

الجغرافيا السياسية لتحوّل الطاقة

المـواد الحـرجة



الرقم المعياري الدولي: 978-92-9260-580-3

التوثيق: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (2023)، تقرير "الجغرافيا السياسية لتحول الطاقة: المواد الحرجة"، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي.

تمت ترجمة هذا الملخص التنفيذي من تقرير "Geopolitics of the energy transition: Critical materials" الرقم المعياري الدولي: 978-92-9260-539-1 (2023). في حال وجود تعارض بين الترجمة العربية والنص الأصلي باللغة الإنجليزية، يسري العمل بالنص الإنجليزي.

لمزيد من المعلومات أو لتقديم الملاحظات: publications@irena.org

يمكن تحميل هذا التقرير من: www.irena.org/publications

حول الوكالة الدولية للطاقة المتجددة

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، منظمة حكومية دولية تدعم بلدان العالم في الانتقال إلى مستقبل قائم على الطاقة المستدامة. وتعتبر الوكالة مركزاً عالمياً، ومنصةً رئيسيةً للتعاون الدولي، وملتقى لرواد السياسة والتكنولوجيا والموارد والمعرفة المالية المتخصصة في مجال الطاقة المتجددة. وتشجّع الوكالة على اعتماد واستخدام جميع أشكال الطاقة المتجددة على نطاق واسع بما فيها الطاقة الحيوية، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الكهرومائية، وطاقة المحيطات، والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وذلك في إطار سعيها المتواصل لتحقيق التنمية المستدامة، وتعزيز سبل الحصول على الطاقة، وتحقيق أمن الطاقة، ودفع عجلة النمو الاقتصادي منخفض الكربون؛ للوصول إلى مستقبل مزدهر.

www.irena.org

يتضمن هذا المنشور مساهمات طوعية من حكومتي هولندا والنرويج.

إخلاء المسؤولية

يُقدَّم هذا المنشور والمادة التي يحتوي عليها "بحالَتِهما". وقد اتخذت الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة جميع الاحتياطات المعقولة للتحقق من ثبوت صحة المادة التي يحتوي عليها هذا المنشور. ومع ذلك، لا تتحمّل الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة أو أي من مسؤوليها، أو وكلائها، أو مزودي البيانات، أو الأطراف الثالثة الأخرى من مزودي المحتوى مسؤولية تقديم أي ضمانات صريحةً كانت أم ضمنية؛ كما لا يتحملون أي مسؤولية حيال تبعات استخدام هذا المنشور والمواد الواردة فيه.

إنّ المعلومات الواردة في هذا المنشور لا تمثّل بالضرورة وجهات نظر جميع أعضاء الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. ولا ينطوي ذِكر شركات محددة أو مشاريع، أو منتجات معيّنة على أي تأييد أو تزكيةٍ لها من طرف الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة؛ تفضيلاً لها عن سواها مما له طبيعة مماثلة ولم يرد ذِكره. كما لا تنطوي التسميات المستخدمة في هذا المنشور، أو طريقة عرض المادة، على إعرابٍ عن أي رأيٍ من جانب الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة، أو بشأن المركز القانوني لأي منطقة، أو بلد، أو إقليم، أو مدينة، أو منطقة خاضعة لسلطاتها، أو تتعلّق بترسيم حدودها أو تخومها.

جميع صور المعادن والفلزات غير المنسوبة لمصادرها الخاصة في هذا التقرير تم استخدامها بموجب ترخيص من شركة "شاترستوك" (Shutterstock).

شكر وتقدير

تم إعداد هذا التقرير بإشراف وتوجيه من إليزابيث برس (مديرة التخطيط ودعم البرامج في الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)؛ وثيجس فان دي غراف (المستشار في الوكالة الدولية للطاقة المتجددة والمؤلف الرئيسي فيها)، ومارتينا ليونز، وإسحاق إليزوندو جارسيا، وإليبس راث (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)، وبنجامين جيبسون (الموظف سابق لدى الوكالة الدولية للطاقة المتجددة).

ويتوجه المؤلفون بعميق امتنانهم لمراجعات ومساهمات ودعم عدد من الزملاء في الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، ومنهم: رولاند روش، ربيعة فروخي، أناستازيا كيفاليدو، كلير كيس (الموظفة سابقة لدى الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)، وديبتي سيدهانتي، ديفيام ناجبال، وفرانسيس فيلد، وفرانسيسكو بوشيل، وجريفين طومبسون (المستشار في الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)، وكاثلين دانيال، وكيلي ريج (المستشارة في الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)، ومايكل رينر، وميريام راينر، وبول كومور، وصوفي سويرتيج (الموظفة سابقة لدى الوكالة الدولة للطاقة المتجددة)، وستيفاني كلارك، وأوتي كولييه، و تشاويو 'لويس' وو.

ونشكر كذلك المساهمات القيّمة للعديد من الأفراد بمن فيهم سارة غيرايرتس (برنامج تقييم القياس الدولي IMEP)؛ وآندريه مانبرغ، وداستان بيكموراتوف، وجافخارخون مامادزانوفا، وآيدا دوك سميث، وأندرا أوفرلاند، وجوليا لوجينوفا، وماري تونسن، وفيليب سوانسون، ورومان فاكولتشوك، وتاتيانا ستانكوفيتش (المعهد النرويجي للشؤون الدولية).

تم تقديم مراجعة النظراء بمساهمة من هنري ساندرسون (مركز معلومات التعدين المعياري)؛ وجان موريل، وبولينا بيرسونيوس، وبايال سامبات، وفوييسيل نيوبي (إيرث ورك)؛ وسيباستيان ساهلا (مبادرة الشفافية في الصناعات الاستخراجية EITI)؛ ويانا بوبكوستوفا (المركز الأوروبي للطاقة والتحليل الجيوسياسي)؛ وإيرينا باتراهاو (مركز لاهاي للدراسات الاستراتيجية)؛ وكارستن ساش (المستشار لدى الوكالة الدولية للطاقة المتجددة) ؛ وباترسيا ألفيس دياس وفانجيليس تزيماس (مركز البحوث المشتركة)؛ وهانز أولاف إبريك وجوناس فولدن ويلتان (وزارة الخارجية، النرويج)؛ وجان فيليب بيرنييه وجيفري أكوما (الموارد الطبيعية في كندا)؛ وديفيد مانلي (معهد حوكمة الموارد الطبيعية) ؛ وكلاريس ليجيندر، ولويس ماريشال، ولوكا مايوتي، وبرزيميسلاف كوالسكي (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية)؛ وجيم كرين (معهد بيكر للسياسة العامة في جامعة رايس)؛ وكاثرين ستورمان (معهد المعادن المستدامة)؛ وليوناردو بويزا (سيستمك، لجنة تحولات الطاقة)؛ وليجيا نورونا وماريا خوسيه بابتيستا (برنامج الأمم المتحدة للبيئة)؛ وماثيو ديفيد ويتنشتاين (اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ التابعة للأمم المتحدة)؛ وفيرجيني ناشبور (جامعة روان نورماندي)؛ وآرون إن جي، وآنا ويندت، ودينيس ميسينا، وسالم بهابروالا (وزارة الطاقة الأمريكية)؛ ودولف جيلين (البنك الدولي).

وتعرب الوكالة عن عميق امتنانها كذلك للممثلين الوطنيين التالية أسماؤهم على مشاركتهم في استطلاعات الرأي: نيرود شاندرا موندال (بنغلاديش)؛ وروبي فرانك (كندا)؛ وموسى عثمان (جمهورية أفريقيا الوسطى)؛ وجاركو فيسا (فنلندا)؛ ونيكولاس لوكونتيه (فرنسا)؛ وستيفانو ريموندي (إيطاليا)؛ وبريان ريتشاردسون (جامايكا)؛ وبول مبوثي (كينيا)؛ وهارولد مادريز (نيكاراجوا)؛ وروزيلينا ليندو (بنما)؛ وماركو أنطونيو سانتيفانييز بيمنتل (البيرو)؛ وجوزفين بار ليونغديل (السويد)؛ وبريان إيزابيري (أوغندا)؛ ومهيك ميهتا (المملكة المتحدة)؛ وآرون إن جي (الولايات المتحدة)؛ وسوستن زيوكو (زمبابوي).

كما تتوجه الوكالة بالشكر لمساهمات المشاركين في استطلاعات الرأي القيّمة، بمن فيهم: فونج كووك هوي (مركز أبحاث الطاقة في آسيا والمحيط الهادئ)؛ وبول هوجينز (كاربون ترست)؛ وكوبي فان دير ليندي (برنامج كلينجنديل الدولي للطاقة)؛ وسيباستيان ساهلا (مبادرة الشفافية في الصناعات الاستخراجية EITI)؛ وليوناردو بويزا (سيستمك، لجنة تحولات الطاقة، ويانا بوبكوستوفا (المركز الأوروبي للطاقة والتحليل الجيوسياسي)؛ وريد بلاكمور (المركز العالمي للطاقة؛ المجلس الأطلسي) ؛ والريكا حمدي(معهد اقتصاديات الطاقة والتحليل المالي "آي إي إي إف إيه")؛ وفيرونيكا نافاس أوسبينا (مؤسسة التمويل الدولية)؛ وكريستيان براير (جامعة لوت)؛ وصحبت كاربوز (مرصد البحر الأبيض المتوسط للطاقة)؛ ومصطفى أوكي (معهد أكسفورد لدراسات الطاقة)؛ وجيمس بوين (مركز "Perth USAsia")؛ ورامونا ليبيروف (منصة تسريع الاقتصاد الدائري "PACE")؛ ومايكل ريكوردت (باورشيفت إي. في)؛ وجيم كرين (معهد بيكر للسياسة العامة في جامعة رايس)؛ كينغسميل بوند (معهد روكي ماونتن)؛ ديرك أوي سوير (جامعة آخن للتكنولوجيا)؛ وراينر كويتزو (المعهد الألماني للشؤون الدولية والأمنية)؛ إيرينا باتراهاو (مركز لاهاي للدراسات الاستراتيجية)؛ وماثيو ويتنشتاين (اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ التابعة للأمم المتحدة)؛ وروديغر تشرنينغ (جامعة كالجاري)؛ وكارلا سرفانتس بارون (جامعة كامبريدج)؛ ودولف جيلين (البنك الدولي)؛ وميرزا صدقات هدى (معهد يوسف إسحاق).

تمت مراجعة التقرير من قبل ستيفن كينيدي ، وتصميم الرسوم البيانية من قبل وكالة الإعلانات weeks.de Werbeagentur GmbH

الاختصارات

APEF	رابطة الدول المُصدّرة لخام الحديد
ASI	مبادرة الإشراف على الألمنيوم
ASM	التعدين الحرفي على نطاق ضيق
ATPC	رابطة الدول المنتجة للقصدير
BRICS	مجموعة بريكس (البرازيل، وروسيا، والهند، والصين وجنوب أفريقيا)
CCS	احتجاز الكربون وتخزينه
CIPEC	المجلس الحكومي الدولي للبلدان المصدرة للنحاس
CMMI	مبادرة تحديد توزع المعادن الحرجة
DOE	وزارة الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية
EIT	المعهد الأوروبي للتكنولوجيا
EITI	مبادرة الشفافية في الصناعات الاستخراجية
ERGI	مبادرة حوكمة موارد الطاقة
ERMA	التحالف الأوروبي للمواد الخام
EU	الاتحاد الأوروبي
EV	سيارة كهربائية
FARC	القوات المسلحة الثورية الكولومبية
FDI	الاستثمار الأجنبي المباشر
GBA	التحالف العالمي للبطاريات
GDP	إجمالي الناتج المحلي
GIS	نظم المعلومات الجغرافية
GRI	المبادرة العالمية لإعداد التقارير
GW	جيجاواط
HPAL	الترشيح الحمضي عالي الضغط
IBA	الرابطة الدولية للبوكسيت
ICMM	المجلس الدولي للتعدين والمعادن
IEA	الوكالة الدولية للطاقة
IFC	مؤسسة التمويل الدولية
IMF	صندوق النقد الدولي
IPCC	الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
IRA	قانون خفض التضخم
IRENA	الوكالة الدولية للطاقة المتجددة
IRMA	مبادرة ضمان التعدين المسؤول
ISA	السلطة الدولية لقاع البحار
ISO	المنظمة الدولية للمعايير
ITSCI	مبادرة سلسلة توريد القصدير الدولية
IUCN	الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة
JPY	الين الياباني
LME	بورصة لندن للمعادن
LNG	الغاز الطبيعي المُسال
LPF	ليثيوم فوسفات الحديد
LPG	غاز النفط المُسال
MAC	جمعية التعدين الكندية
MSP	شراكة أمن المعادن
MW	ميجاواط
NCA	النيكل والألمنيوم والكوبالت
NMC	النيكل والمنغنيز والكوبالت
NUPI	المعهد النرويجي للشؤون الدولية
OECD	منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية
OPEC	منظمة الدول المصدرة للنفط "أوبك"
PGM	معادن مجموعة البلاتين
PTA	رابطة التنغستن الأولي
RMI	مبادرة المعادن المسؤولة
SAC	إدارة المعايير الصينية
SRB	مكتب احتياطي الدولة
SQM	شركة الكيمياء والتعدين في شيلي شيلي
SOEs	الشركات المملوكة/ التي تسيطر عليها الدولة
TSM	مبادرة التعدين المستدام
UK	المملكة المتحدة
UN	الأمم المتحدة
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
UNEP	برنامج الأمم المتحدة للبيئة
US	الولايات المتحدة
USD	دولار أمريكي
USGS	هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية
WETO	نظرة مستقبلية لتحولات الطاقة حول العالم
WTO	منظمة التجارة العالمية

مقــدمــة

تعد الطاقة محركاً أساسياً لمخرجات التنمية الاجتماعية والاقتصادية والمشهد الجيوسياسي أكثر من أي قطاع آخر. وقد بات الدور المحوري للطاقة المتجددة أكثر وضوحاً من أي وقت مضى مع توجه العالم نحو تبني أنظمة طاقة أكثر مرونة وشمولية ونظافة. ومن المنتظر لهذا التوجه أن يؤدي إلى تحقيق نقلة نوعية بعيدة المدى، وأثبتت السنوات الأخيرة مجدداً كيف يتشابك نظام الطاقة العالمي بشكل معقد مع الجغرافيا السياسية.

لقد بدأت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أبحاثها التحليلية بمجال الجغرافيا السياسية عام 2018 من خلال تشكيل "اللجنة الدولية لبحث الجوانب الجيوسياسية للتحول في مجال الطاقة"، التي تكللت جهودها بتقديم نظرة شاملة حول التداعيات الجيوسياسية للتحوّل العالمي إلى مصادر الطاقة المتجددة في تقرير 2019 الذي يحمل عنوان "عالم جديد: جيوسياسية تحوّل الطاقة". وفي عام 2020، أطلقت الوكالة "الإطار التعاوني بشأن الجغرافية السياسية لتحول الطاقة" كمنتدى للحوار حول التداعيات الجيوسياسية لهذا التحوّل. واستجابة للأولويات التي عبّر عنها أعضاء الوكالة خلال تلك المناقشات، أجرت الوكالة دراسة مفصلة حول مستقبل الهيدروجين في تقرير عام 2022 الذي يحمل عنوان "جيوسياسية تحوّل الطاقة: عامل الهيدروجين."

يركز تقرير "الجغرافيا السياسية لتحول الطاقة: المواد الحرجة" على موضوع قديم وجديد معاً في آنٍ واحدٍ. ويبدو واضحاً اليوم أن تحول قطاع الطاقة يتطلب زيادة كبيرة في إمدادات المواد الخام الحرجة، غير أن سلاسل توريد هذه المواد لا تزال عرضة لمجموعة كبيرة من المخاطر الجيوسياسية. ومع ذلك فإن الطلب المتنامي على المعادن الخام ليس ظاهرة جديدة؛ وسواء تعلّق الأمر بالفحم أو الذهب أو أي سلعة استخراجية أخرى في تاريخ البشرية، يعتبر ارتفاع الطلب على هذه المواد من نواحٍ عدة أمراً اعتيادياً. ولطالما كان قطاع التعدين على طرفي نقيض في مخرجاته؛ إذ يقترن من جهة بتوفير سبل الراحة والازدهار، ويرتبط من جهة ثانية بإرث طويل من سجلات العمالة السيئة، والنزوح السكاني، وتلوث الممرات المائية، وتدهور الأراضي في المجتمعات التي يتم إنشاء المناجم فيها. ويوفر تحول قطاع الطاقة بالاستناد إلى المصادر المتجددة فرصة مهمة لإعادة رسم مشهد السلع الاستخراجية وضمان أن تكون سلاسل القيمة الخاصة بها أكثر شمولاً وأخلاقية واستدامة.

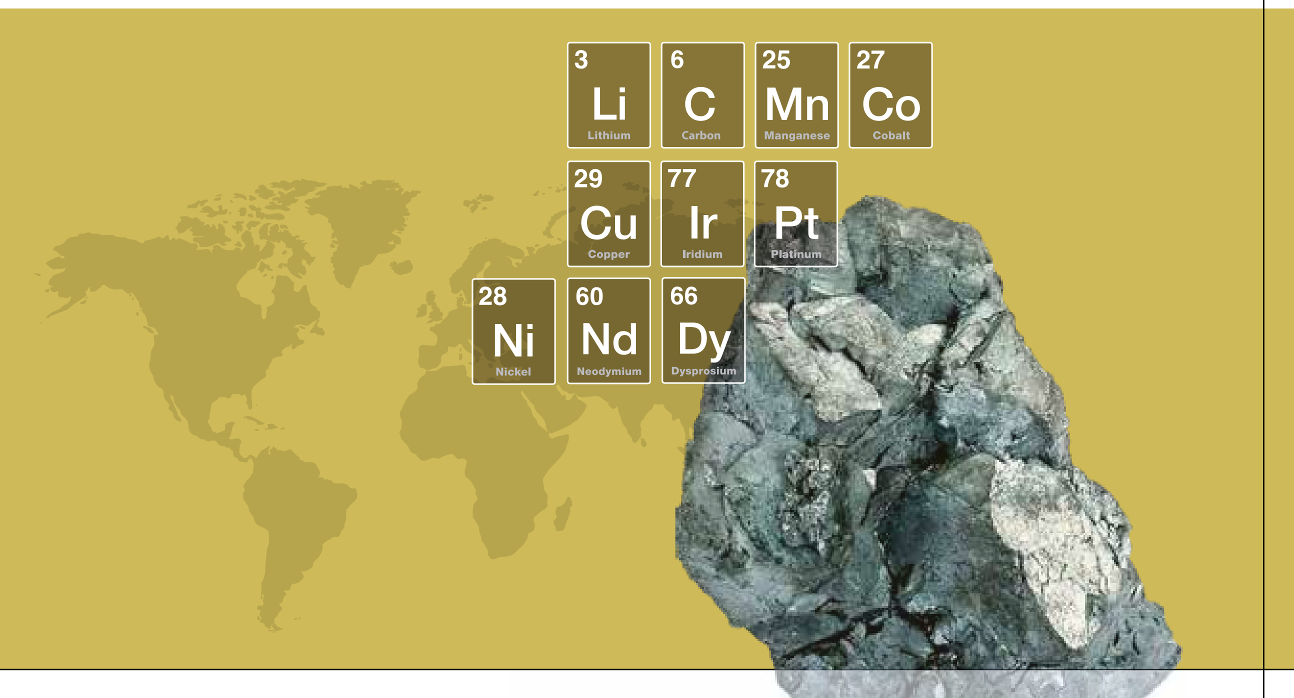
يستند التقرير إلى مجموعة واسعة من المصادر لتقديم منظور أكثر توازناً ودقة بشأن العديد من القضايا المعقدة المطروحة. والغاية منه أن يكون مرجعاً لصنّاع السياسات وقادة القطاع والباحثين والجهات الفاعلة في المجتمع المدني الذين يسعون إلى فهم ومعالجة التحديات الجيوسياسية لتحول قطاع الطاقة إلى المصادر المتجددة.

وختاماً، أود أن أعرب عن عميق شكري وامتناني للدول الأعضاء في الوكالة على دعمهم لهذا التقرير، وأشكر كذلك العديد من الخبراء المراجعين الذين قدموا مدخلات وملاحظات قيّمة طوال فترة إعداده. وآمل أن يفضي التقرير إلى حوار بنّاء بشأن المواد الخام الحرجة، وأن يساعد العالم على تحقيق مستقبل أكثر إنصافاً واستدامة.

Francesco La Camera

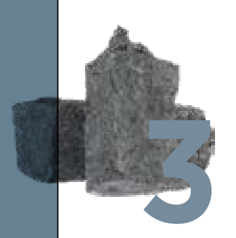
Director-General, IRENA

جـدول المحتويات




1


2


3


4

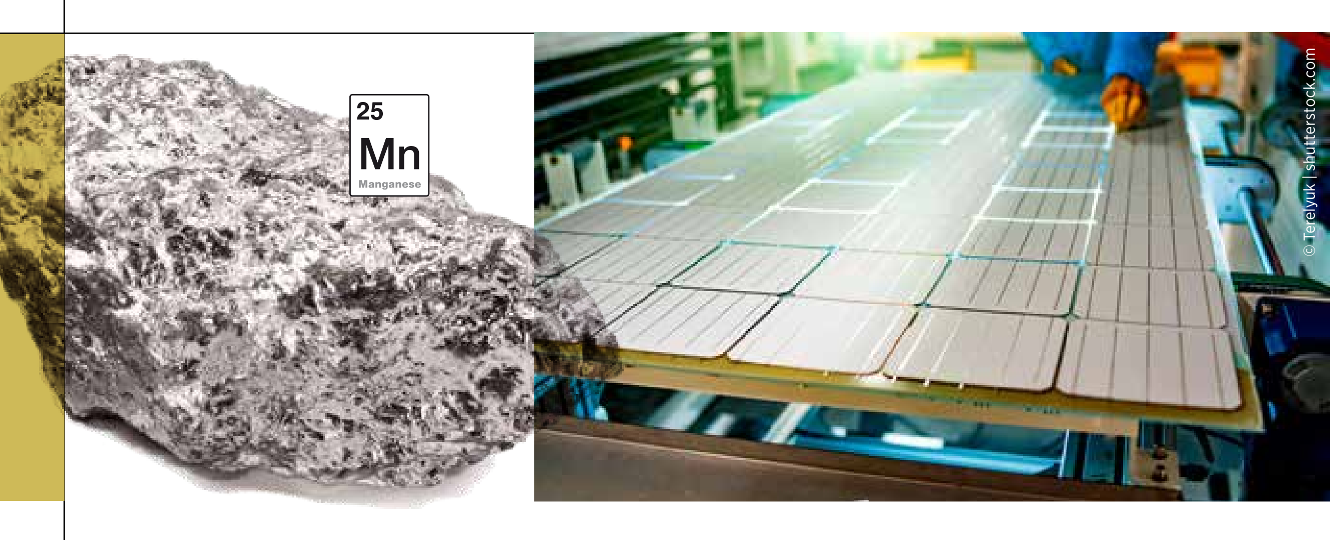
قائمة الأشكال



قائمة الجداول



قائمة الإطارات



موجـز لصنّاع السياسات

سيصبح تحول قطاع الطاقة محركاً رئيسياً للطلب على المعادن الحرجة اللازمة للحول إلى نظام طاقة كثيف الاستهلاك للمعادن. وفي الوقت الحاضر، يعود الجزء الأكبر من الطلب على هذه المواد الخام الحرجة إلى استخدامات لا علاقة لها بتحول الطاقة؛ ولكن مع تقدم عملية التحوّل، من المتوقع أن ينمو الطلب على العديد من المواد. ويوثق سيناريو "آيرينا" لوقف ارتفاع درجات الحرارة عند 1.5 درجة مئوية النطاق الواسع للبنية التحتية لتحول قطاع الطاقة، والمواد الخام الحرجة اللازمة، لتحقيق الاستقرار المناخي. وسيشمل ذلك توليد ما يصل إلى 33,000 جيجاواط من الطاقة المتجددة، وتبني النظم الكهربائية عبر 90% من قطاع النقل البري بحلول عام 2050. وتوجد بالفعل فجوة كبيرة بين العرض والطلب على العديد من المعادن، لاسيما وجود طلبات هائلة على معدن الليثيوم.

تقييم الأهمية الحيوية للمواد عملية ديناميكية وتتغير باستمرار جرّاء العوامل الاقتصادية والجيوسياسية والتكنولوجية. ولا يوجد حالياً تعريف متفق عليه عالمياً للمواد الحرجة، إنما تحتفظ العديد من الدول والمناطق بقوائم خاصة بهذه المواد، التي تعكس عادة التقنيات الحالية، والديناميكيات العالمية السائدة للعرض والطلب، والسياق الذي يتم فيه إجراء التقييمات، لذلك تبقى عوامل تحديد الأهمية الحيوية لهذه المواد غير موضوعية وتختلف باختلاف الموقع. وتكشف مراجعة الوكالة لـ 35 قائمة من المواد الخام الحرجة أن 51 مادة مستخدمة في تحول الطاقة، القائم على المصادر المتجددة، قد ظهرت في قائمة واحدة على الأقل.

رغم أن التأثيرات السلبية للاضطرابات في إمدادات المواد الخام الحرجة على أمن الطاقة ضئيلة، إلا أن لها تأثيرات ضخمة على تحول قطاع الطاقة، إذ يتمحور المفهوم الحالي لأمن الطاقة حول إمكانية الوصول المستمر إلى مصادر الطاقة، الذي ينشأ في المقام الأول من المخاوف المتعلقة بالحصول على إمدادات الوقود الأحفوري، على عكس تقنيات الطاقة المتجددة التي تم تصميمها لتعمل لعقود عدة، حتى لو تعطلت إمدادات مدخلات المواد الحرجة. لذلك، فإن المخاطر المرتبطة بالاضطرابات في إمدادات المواد الخام الحرجة لا تتعلق بأمن الطاقة بقدر ما تتعلق بالتباطؤ المحتمل لمسار تحول قطاع الطاقة.

تختلف مخاطر تبعيات وديناميكيات توريد المواد الخام الحرجة بشكل كبير عن الوقود الأحفوري، نظراً للاختلاف الكبير بينهما من ناحية الأنماط والخصائص. ويتمثل أحد المخاوف البارزة في أن تحقيق هذه التحولات في مجال الطاقة سيستلزم استبدال الاعتماد على الوقود الأحفوري بالاعتماد على المواد الخام الحرجة، ولكن الاختلافات الكبيرة من حيث إنتاجهما، وتجارتهما، واستخدامهما تساهم في استبعاد هذه الفرضية (الشكل S1). علاوةً على ذلك، فإن توقعات الطلب على المواد الخام الحرجة واستخدامها على مدى فترات زمنية بعيدة محفوفة بالشكوك ، مما يستلزم إجراء تقييم دقيق للمخاطر المرتبطة بها لفهمها وإدارتها بشكل استباقي.

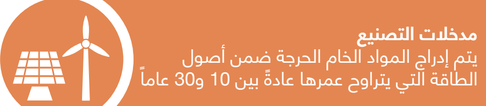
وبالرغم من عدم وجود نقص في احتياطات المعادن الحرجة لتمكين هذا التحول ، إلا أن القدرات العالمية على تعدين وتكرير تلك المعادن لا تزال محدودة. ومن المتوقع أن تظهر قيود السوق على المدين القصير والمتوسط، ويُعزى ذلك جزئياً إلى قلة الاستثمار في أنشطة المراحل الأولى قبل الإنتاج. ومن غير المحتمل أن يؤدي النقص العالمي في أي معدن إلى إعاقة تحول

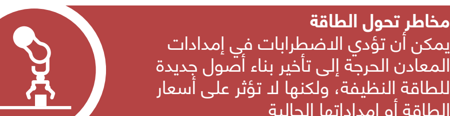
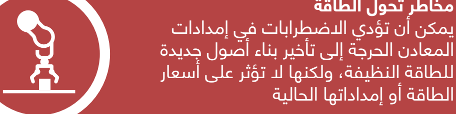
الشكل S1 الاختلاف الجوهري بين المواد الخام الحرجة والوقود الأحفوري

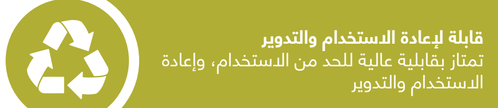
المواد الخام الحرجة









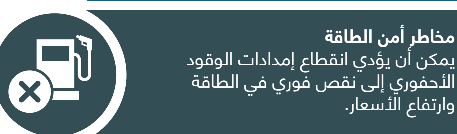


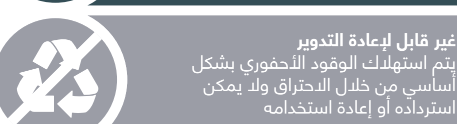
الوقود الأحفوري












ملاحظات: [1] الشكل لعام 2021 مقتبس من المراجعة الإحصائية لشركة بريتيش بتروليوم للطاقة العالمية. كانت أرقام النفط والفحم متوفرة بالأطنان; تم تحويل بيانات الغاز من مليار متر مكعب إلى مليار طن باستخدام الصيغة (1 متر مكعب = 0.712 كجم)، بناءً على منهجية شركة بريتيش بتروليوم، التي تستخدمها أيضاً هانا ريتشي: https://hannahritchie.substack.com/p/mining-low-carbon-vs- fossil 2]] استناداً إلى حسابات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، بلغ إنتاج المواد (النحاس والليثيوم والجرافيت والنيكل والكوبالت والمنغنيز و العناصر الأرضية النادرة ومعادن مجموعة البلاتين) للتقنيات المتعلقة بالطاقة المتجددة في عام 2022 حوالي 10 ملايين طن (ميجا طن) (لمزيد من التفاصيل انظر الفصل 2) [3] في عام 2021، حققت صادرات النفط الخام (951 (HS 2709 مليار دولار أمريكي؛ وحقق النفط المكرر (HS 2710) 746 مليار دولار أمريكي؛ والغاز الطبيعي المسال (HS 27111100) 162 مليار دولار أمريكي؛ والغاز الطبيعي في الحالة الغازية (HS 271121) 173 مليار دولار. [4] في عام 2021، حققت صادرات خامات ومركزات النحاس (HS 2603) 91.1 مليار دولار؛ وخامات ومركزات النيكل(HS 2604) 4.24 مليار دولار؛ وخامات ومركزات الكوبالت (HS2605) 118 مليون دولار. وفيما يتعلق بالمعادن الأرضية النادرة، حقق كل من السكانديوم والإتريوم (HS 280530) 586 مليون دولار. [5] الحسابات وفقاً لنظام ميزان الطاقة الخاص بوكالة الطاقة الدولية (2020) المتوفرة على الموقع www.iea.org/Sankey

قطاع الطاقة، فقد ازداد إنتاج العديد من المعادن الحرجة لتمكين هذا التحول، وارتفعت كمية الاحتياطات المستخرجة من مصادر مجدية اقتصادياً. علاوةً على ذلك، فإن الابتكار ات المربكة ، مثل تحسينات كفاءة الطاقة واستبدال المواد، تساهم بالفعل في إعادة تشكيل الطلب.

يتركز تعدين المواد الخام الحرجة ومعالجتها بشكل كبير في مواقع جغرافية محددة. وتضم قائمة اللاعبين الأبرز في هذا المجال كلاً من أستراليا (الليثيوم)، وشيلي (النحاس والليثيوم)، والصين (الجرافيت والعناصر الأرضية النادرة)، وجمهورية الكونغو الديمقراطية (الكوبالت)، وإندونيسيا (النيكل)، وجنوب أفريقيا (البلاتينيوم والإيريديوم). ويصبح هذا التركيز أكثر وضوحًا في عمليات المعالجة ، حيث تستأثر الصين حالياً بنحو 100% من الإمدادات العالمية المكررة من الجرافيت (الطبيعي)، والديسبروسيوم (أحد العناصر الأرضية النادرة)، و70% من الكوبالت، وحوالي 60% من الليثيوم والمنغنيز (الشكل S2).

الشكل S2 بلدان التعدين الرئيسية لمجموعة مختارة من المعادن

النيكل	28 Ni Nickel
إندونيسيا	48.8%
الفلبين	10.1%
روسيا الاتحادية	6.7%
فرنسا (كاليدونيا الجديدة)	5.8%
أستراليا	4.9%
كندا	4.0%
الصين	3.3%
البرازيل	2.5%
بلدان أخرى	13.9%

البلاتينيوم	78 Pt Platinum
جنوب أفريقيا	73.6%
روسيا الاتحادية	10.5%
زمبابوي	7.8%
كندا	3.1%
الولايات المتحدة	1.7%
بلدان أخرى	3.3%

المنغنيز	25 Mn Manganese
جنوب أفريقيا	35.8%
الغابون	22.9%
أستراليا	16.4%
الصين	4.9%
غانا	4.7%
الهند	2.4%
البرازيل	2.0%
أوكرانيا	2.0%
ساحل العاج	1.8%
ماليزيا	1.8%
بلدان أخرى	5.3%

النيوديميوم	60 Nd Neodymium
الصين	45.8%
أستراليا	23.1%
جرينلاند	8.2%
ميانمار	7.4%
البرازيل	4.4%
الهند	2.1%
بلدان أخرى	9.0%

مملكة الدنمارك

الديسبروسيوم	66 Dy Dysprosium
الصين	35.8%
ميانمار	22.9%
أستراليا	16.4%
الولايات المتحدة	4.9%
كندا	4.7%
بلدان أخرى	2.4%

الجرافيت	6 C Carbon
الصين	64.6%
الموزمبيق	12.9%
مدغشقر	8.4%
البرازيل	6.6%
بلدان أخرى	7.5%

الإيريديوم	77 Ir Iridium
جنوب أفريقيا	88.9%
زمبابوي	8.1%
روسيا الاتحادية	2.9%
بلدان أخرى	0.1%

الليثيوم	3 Li Lithium
أستراليا	46.9%
شيلي	30.0%
الصين	14.6%
الأرجنتين	4.7%
البرازيل	1.6%
بلدان أخرى	2.2%

الكوبالت	27 Co Cobalt
جمهورية الكونغو الديمقراطية	70.0%
إندونيسيا	5.4%
روسيا الاتحادية	% 4.8
أستراليا	% 3.2
كندا	% 2.1
كوبا	% 2.0
الفلبين	% 2.0
بلدان أخرى	10.5%

النحاس	29 Cu Copper
شيلي	23.6%
بيرو	0.0%
جمهورية الكونغو الديمقراطية	0.0%
الصين	8.6%
الولايات المتحدة	5.9%
روسيا الاتحادية	4.5%
إندونيسيا	4.1%
أستراليا	3.7%
زامبيا	3.5%
المكسيك	3.3%
كازاخستان	2.6%
كندا	2.4%
بولندا	1.7%
بلدان أخرى	16.1%

*أحدث البيانات المتاحة حتى عام 2023

المصدر: (هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية ووزارة الداخلية الأمريكية، 2023؛ JRC، 020؛ USGS، 2023 b).

يهيمن عدد قليل من الشركات الكبرى على قطاع التعدين، مما يؤدي إلى نشوء أسواق صغيرة غالبًا ما تخضع لاحتكار القلة. وتعمل هذه الشركات الكبرى متعددة الجنسيات والمؤسسات المملوكة للدولة أو الخاضعة لسيطرتها عبر بلدان متعددة، وتمتلك الموارد والمهارات اللازمة لتطوير مناجم ضخمة ومتطورة. ونتيجةً لذلك، بات هذا القطاع شديد التركيز، حيث تتحكم بضع شركات في جزء كبير من الإنتاج والتجارة العالميين؛ وعلى سبيل المثال، تسيطر أكبر خمس شركات تعدين على 61% من إنتاج الليثيوم و56% من إنتاج الكوبالت.

تعتبر تجارة المواد الخام الحرجة أقل بكثير من حيث القيمة من تجارة الوقود الأحفوري. فعلى عكس النفط، لا يتم تداول معظم المواد الحرجة على نطاق واسع في البورصات. ورغم أن هذا يحد من فرص التحوّط ضد تقلبات الأسعار، إلا أنه يسمح لتجار هذه المواد بلعب دور رئيسي في التوفيق بين المنتجين والمستهلكين.

الشكل S3 قيمة الصادرات لسلع مختارة (2021)

الغاز الطبيعي
335 مليار دولار أمريكي

النفط
951 مليار دولار أمريكي

29 Cu Copper
النحاس
91 مليار دولار أمريكي

28 Ni Nickel
النيكل
4.2 مليار دولار أمريكي

3 Li Lithium
الليثيوم
1.5 مليار دولار أمريكي

REE
العناصر الأرضية النادرة
0.5 مليار دولار أمريكي

27 Co Cobalt
الكوبالت
0.12 مليار دولار أمريكي

المصدر: (قاعدة البيانات الإحصائية لتجارة السلع الأساسية للأمم المتحدة).
ملاحظة: تمثل الأرقام حجم التجارة في أنواع الوقود الخام وغير المعالج والخامات فقط.

إن المدى الكامل للاعتماد والتعرض للاضطرابات غير واضح دائماً. ويمكن دمج السلع المعدنية التي يتم الحصول عليها من بلدان مختلفة في المنتجات النهائية وشبه النهائية المستوردة، مما يساهم في حجب الروابط ونقاط الضعف المحتملة. علاوةً على ذلك، تنسب معاملات الاستيراد أحياناً إلى البلد الذي تم استلام آخر شحنة منه فقط، وليس إلى البلد الذي تم فيه استخراج المادة أو تصنيعها في الأصل.

وتمتاز كل مادة حرجة بنطاق جغرافي تجاري فريد من نوعه يربط البلدان، على المستوى الكلي، تربط الدول ضمن شبكة أوسع من الاعتماد المتبادل. وتعتمد جميع البلدان على سوق عالمية مختصة بالمواد الخام الحرجة والتقنيات ذات الصلة، كونها تستورد هذه السلع الأساسية، أو تعتمد على طلب ثابت على موادها، أو مكوناتها، أو منتجاتها النهائية. وتتفاوت أنماط التجارة بشكل كبير بين البلدان والقطاعات والتقنيات، وتكشف عن الترابط الحقيقي بين البلدان من حيث العرض والطلب على المعادن.

ولا تزال سلاسل التوريد عرضة حالياً لمجموعة كبيرة من المخاطر الجيوسياسية (الشكل S4). ويمكن أن تؤثر اضطرابات سلاسل التوريد على قطاعات متعددة في جميع أنحاء الاقتصاد. ويمكن أن ينشأ نقص في الإمداد وما يتصل به من مخاطر، لا سيما على المديين القصير والمتوسط، مع تزايد الطلب على مواد مختارة، واستمرار تركيز التعدين وعمليات المعالجة . وعلى المدى المتوسط إلى الطويل، من غير المرجح أن تخضع التدفقات التجارية للمواد الحرجة للتأثير الجيوسياسي بسهولة مثل النفط والغاز؛ وذلك لأن احتياطات هذه المواد وفيرة ومنتشرة جغرافياً ويمكن معالجتها في العديد من المواقع.

الشكل S4 المخاطر الجيوسياسية الرئيسية لسلاسل توريد المواد الخام الحرجة

1	**الصدمات الخارجية**	الكوارث الطبيعية، والأوبئة، والحروب، وحوادث المناجم، وما إلى ذلك.
2	**التحكم الوطني بالموارد**	النزاعات الضريبية، وانتزاع الملكية، وتدقيق الاستثمارات الأجنبية، وما إلى ذلك.
3	**القيود المفروضة على الصادرات**	حصص التصدير، وضرائب التصدير، والحد الأدنى الإلزامي لأسعار التصدير، والترخيص، وما إلى ذلك.
4	**تكتلات قطاع المعادن**	تنسيق الإنتاج، والتسعير، وتخصيص الأسواق، وما إلى ذلك.
5	**انعدام الاستقرار السياسي والاجتماعي**	الإضرابات العمالية، والعنف، والفساد وما إلى ذلك.
6	**التلاعب في الأسواق**	ارتفاع حاد قصير الأجل، واحتكار السوق، والغش، والتداول من الداخل، وما إلى ذلك.



© Natali Nekrasova | shutterstock.com

© kaskip | shutterstock.com

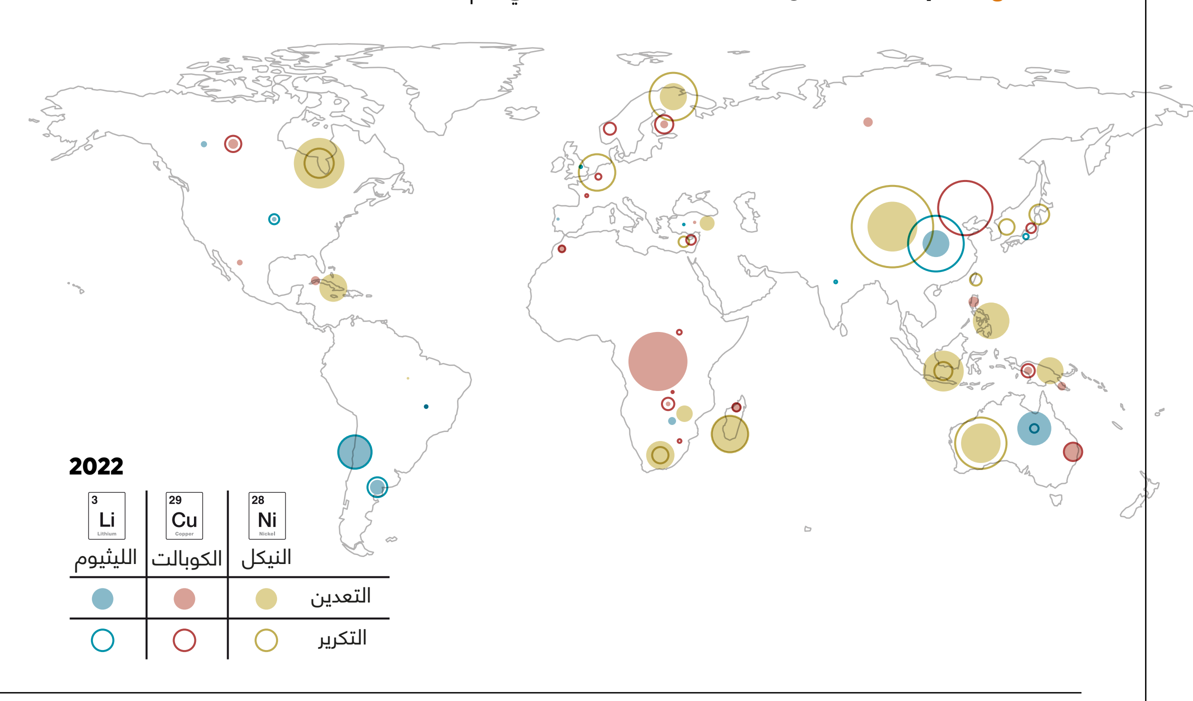
من غير المرجح أن تخضع التدفقات التجارية للمواد الحرجة للتكتلات. وتتركز إمدادات المعادن في مناطق جغرافية معينة، وتهيمن الشركات التي تتمتع بحصص سوقية كبيرة في القطاعات الرئيسية لسلاسل القيمة المعدنية على تعدينها وتكريرها. ومن المحتمل أن يؤدي هذا التركز في الإنتاج إلى تشكيل تكتلات لتلك المعادن. ومع ذلك، فإن المحاولات السابقة لإنشاء مثل هذه التكتلات قد باءت بالفشل في معظمها، مما شكّل رادعاً كبيراً للعديد من البلدان المنتجة.

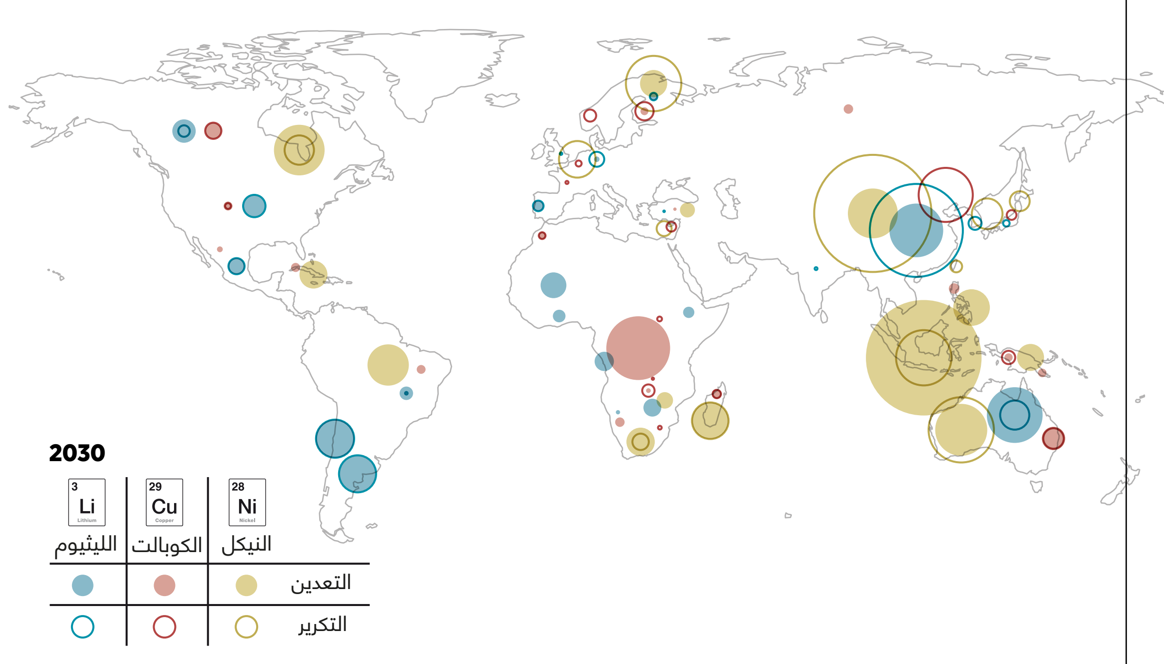
يجب أن تراعي الاعتبارات الجيوسياسية التوجهات الهيكلية التي يمكن أن يكون لها آثار طويلة الأجل على توفر السلع المعدنية والطلب عليها. ولا تشمل هذه التوجهات التركز الجغرافي لعمليات التعدين والمعالجة فحسب، بل تشمل أيضاً انخفاض درجات نقاء خام المعادن، وإمكانات استبدال بعضها، وإدارتها بعد انتهاء صلاحيتها ، وغيرها من العوامل. ويمكن لهذه العوامل أن تسهم في تضخيم تأثير المخاطر الجيوسياسية - وفي بعض الحالات احتمالية حدوثها.

من المرجح أن تظل سلاسل التوريد المركزية للعديد من المواد كما هي في المستقبل المنظور. وتحاول العديد من البلدان إعادة هيكلة سلاسل التوريد، لكن تأسيس منشآت التعدين والتصنيع الجديدة يستغرق وقتاً طويلاً، مما يجعل من الصعب إعادة توازن ديناميكيات العرض والطلب (الشكل S5). علاوة على ذلك، يتطلب تعديل سلاسل التوريد هذه موازنة دقيقة بين العوامل الاقتصادية والآثار البيئية ورفاهية السكان المحليين.



الشكل S5 إمدادات التعدين والتكرير لمواد حرجة مختارة في عام 2022 و2030





المصدر : (بلومبرج لتمويل الطاقة الجديدة، 2023)

إخلاء المسؤولية: تُوفر هذه الخرائط لأغراض التوضيح فقط. ولا تنطوي الحدود والأسماء الموضحة على الخرائط أي تأييد أو قبول من قبل وكالة الطاقة المتجددة الدولية (آيرينا).

تؤثر الابتكارات التكنولوجية على الطلب عبر توفيرها البدائل، ومساهمتها في تعزيز الكفاءة، وتحسين التصاميم، واعتماد مواد جديدة. وتعزز الابتكارات المربكة حالة الضبابية التي تكتنف الطلب المستقبلي. على سبيل المثال، أدت التغيرات في كيمياء بطاريات السيارات الكهربائية على مدى السنوات الثماني الماضية إلى إعادة تشكيل الطلب بشكل كبير على مواد محددة. ومع استمرار ظهور التقنيات الجديدة، من المرجح أن تشهد السوق تحولات أخرى قبل أن تتمحور في نهاية المطاف حول عدد محدود من المواد والتقنيات الرئيسية. وبناءً على ذلك، فمن الصعب توقع الطلب المستقبلي على بعض المواد، وخاصة على المدى الطويل.

ومن غير الممكن اعتبار تخزين المواد الخام الحرجة حلاً قوياً للحد من مخاطر الإمداد. وتعد المواد الخام الحرجة ضرورية لتصنيع وبناء أصول الطاقة، مما يثير التساؤلات حول مدى فعالية تخزين المعادن الانتقالية لقطاع الطاقة مقارنة بالقطاعات الأخرى، مثل الدفاع. وإذا لم يتم التعامل مع التخزين بحكمة، فمن الممكن أن يؤدي إلى تفاقم القيود المفروضة على السوق، ورفع الأسعار، ويفضي إلى تحول غير متكافئ في قطاع الطاقة يستبعد البلدان الفقيرة ويؤخر العمل المناخي.

وتتوزع احتياطات المواد الخام الحرجة على نطاق واسع، مما يتيح فرصاً لتنويع التعدين ومعالجة المواد. تمثل البلدان النامية حالياً معظم الإنتاج العالمي للمواد الحرجة لتحول الطاقة، كما أن حصتها من ا الاحتياطات أكبر، ولكن لم يتم استكشافها بالكامل (الشكل S4). على سبيل المثال، لدى بوليفيا 21 مليون طناً من احتياطات الليثيوم- أكثر من أي بلد آخر – ولكن مساهمتها في إجمالي الإمداد العالمي لم تتجاوز 1% في عام 2021. ويمكن للبلدان الاستفادة من مواردها المعدنية لاستقطاب القطاعات المشاركة في المراحل المتوسطة من الإنتاج (التصنيع). أو حتى في المراحل النهائية (تصنيع البطاريات والمركبات الكهربائية).



© chuyuss | shutterstock.com
© RHJPhtotos | shutterstock.com

الشكل S6 حجم الميزانية العالمية لاستكشاف المواد حسب الدولة، في عام 2012 و2022

النيكل | الكوبالت | النحاس | الليثيوم

100% | 80% | 60% | 40% | 20% | 0%

2012 **2022** | 2012 **2022** | 2012 **2022** | 2012 **2022**

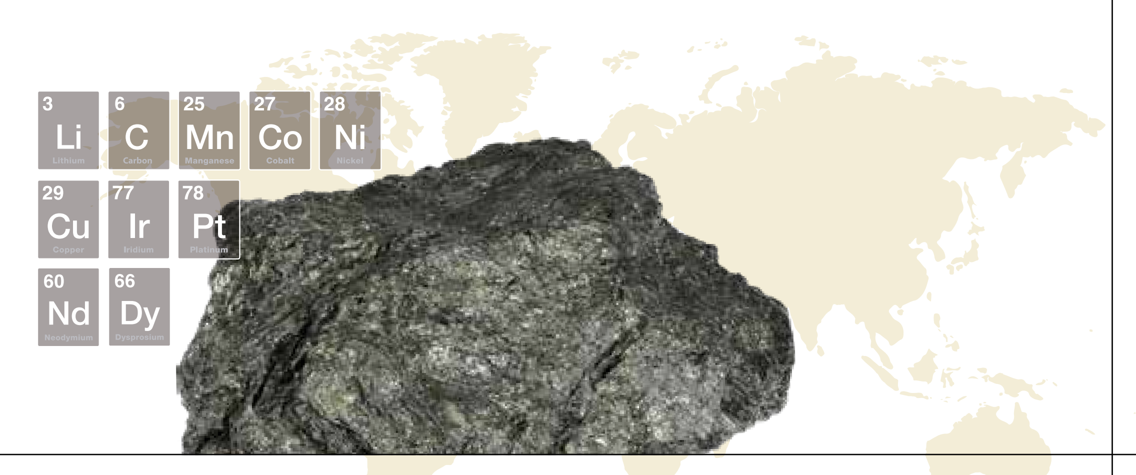
أستراليا
كندا
شيلي
الولايات المتحدة
بقية بلدان العالم

اللاعبون الرئيسيون الجدد في عام 2022	Li	Cu	Co	Ni
	ساحل العاج الهند المغرب السويد المملكة المتحدة	أفغانستان كوبا قبرص إريتريا تنزانيا	البوسنة والهرسك شيلي جرينلاند إسبانيا تنزانيا	الغابون بيرو بولندا جزر سليمان تنزانيا

3 Li Lithium | 29 Cu Copper | 27 Co Cobalt | 28 Ni Nickel

مملكة الدنمارك

بناءً على: (ستاندرد آند بورز، 2023)



يوجد نحو 54% من فلزات تحول الطاقة في أراضي الشعوب الأصلية أو بالقرب منها، مما يؤكد الحاجة إلى وجود مشاركة مجتمعية قوية ومبكرة. إذ يوجد أكثر من 80% من مشاريع الليثيوم وأكثر من نصف مشاريع النيكل والنحاس والزنك في أراضي الشعوب الأصلية. ويتركز أكثر من ثلث مشاريع التعدين المرتبطة بتحول الطاقة في أراضي الشعوب الأصلية، أو أراضي المزارعين، أو بالقرب منها، التي تواجه مزيجاً من مخاطر المياه، والصراع، وانعدام الأمن الغذائي. فعلى سبيل المثال، يوجد أكثر من 90% من احتياطات وموارد البلاتينيوم في أراضي الشعوب الأصلية أو بالقرب منها، أو المناطق الريفية التي تواجه هذه المخاطر الثلاثة، يليه الموليبدينوم (76%) والجرافيت (74%).

يمكن أن يثير البحث عن المواد الخام الحرجة منافسة جيوسياسية في المناطق المعروفة باحتوائها على مخزونات كبيرة منها، مثل القطب الشمالي، والفضاء الخارجي، وأعماق البحار. فمن المعروف أن القطب الشمالي يتمتع باحتياطات هائلة من المواد الحرجة، مثل النيكل والزنك والعناصر الأرضية النادرة، التي تمنح وفرتها أهمية استراتيجية بالغة للمنطقة. ونظراً لوجود احتياطات وفيرة من هذه المعادن في الأرض، فإن هناك ما يبرر اتباع نهج حذر عند التعامل مع مخزونات الفضاء الخارجي وأعماق البحار، بسبب الشكوك المحيطة بالآثار البيئية المحتملة والأطر التنظيمية.

يمكن لمساعدة البلدان النامية على تحقيق فرص جديدة في سلاسل التوريد أن تسهم في تحسين قدرتها على الصمود مع تضييق الفجوة العالمية في مجال إزالة الكربون. والسؤال الرئيسي هنا هو: ما إذا كان تحول الطاقة يدعم البلدان النامية فقط في زيادة صادراتها من الخامات الأولية، أو يتعداها للارتقاء في سلسلة القيمة، وجذب الأنشطة ذات الهامش الربحي الأعلى، مثل تصنيع المعادن؟ فالمواد المُصنّعة مثل الفولاذ وأكسيد الألومنيوم لا تجلب قيمة كبيرة فقط من حيث الأسعار مقارنة بالخامات غير المكررة، بل تقلل أيضاً من تكاليف مدخلات مشاريع البنية التحتية والمشاريع الصناعية، مما يحفز التنمية الاقتصادية المحلية.

كما أن التعاون الإقليمي قد يساعد البلدان في تعزيز القيمة التي تحصدها من إنتاج المعادن. فبدلاً من السعي، في كثير من الأحيان، إلى عقد صفقات فردية مع شركات أجنبية، قد يكون التنسيق الإقليمي أكثر فعالية لضمان أن تكون الشروط المرتبطة بالاستثمارات الأجنبية مواتية للدول الغنية بالمعادن. ويعد التنسيق عبر المناطق أمراً مهماً أيضاً، حيث إن معظم البلدان ستستفيد من تجميع الإمدادات المعدنية إذا كانت تعتزم بناء صناعات تحويلية.

يتطلب الخليط غير المتجانس من المبادرات الدولية والعابرة للحدود مزيداً من الاتساق لبناء سلاسل توريد أكثر مسؤولية واستدامة وشفافية. لقد ساهم تنامي إدراك التحديات المرتبطة بسلسلة توريد المواد الخام الحرجة في حفز الحكومات والشركات ومنظمات المجتمع المدني إلى تطوير مجموعة من الأطر التنظيمية والمبادرات، ومعظمها طوعية. ولكنها أدت في نهاية المطاف إلى مزيج غير متجانس من المعايير التي تهدد بنشر الارتباك بين أصحاب المصلحة، مما يبرز الحاجة إلى قدر أكبر من الوضوح والاتساق.

يمكن لتحول قطاع الطاقة القائم على المصادر المتجددة ، إذا تم التخطيط له وتنفيذه بشكل جيد، أن يعيد صياغة مشهد الصناعات الاستخراجية. وكما كان عليه الحال بالنسبة للصناعات الاستخراجية منذ قرون - وحتى مع الوعي والمعايير الحالية - تنطوي أنشطة وعمليات التعدين على مخاطر عدة للمجتمعات المحلية مثل استغلال العمالة، وانتهاكات حقوق الإنسان الأخرى، وتدهور الأراضي، واستنفاد الموارد المائية وتلوثها، وتلوث الهواء. ومن شأن التعاون الدولي الأقوى لرفع سقف المعايير وإنفاذها، وتبني الشركات لرؤى بعيدة المدى أن يسهم في تحقيق التنمية المستدامة والقبول الاجتماعي لهذه الصناعات التعدينية.

الفصل 1

مقدمة



1.1 المواد الخام الحرجة وتحول قطاع الطاقة

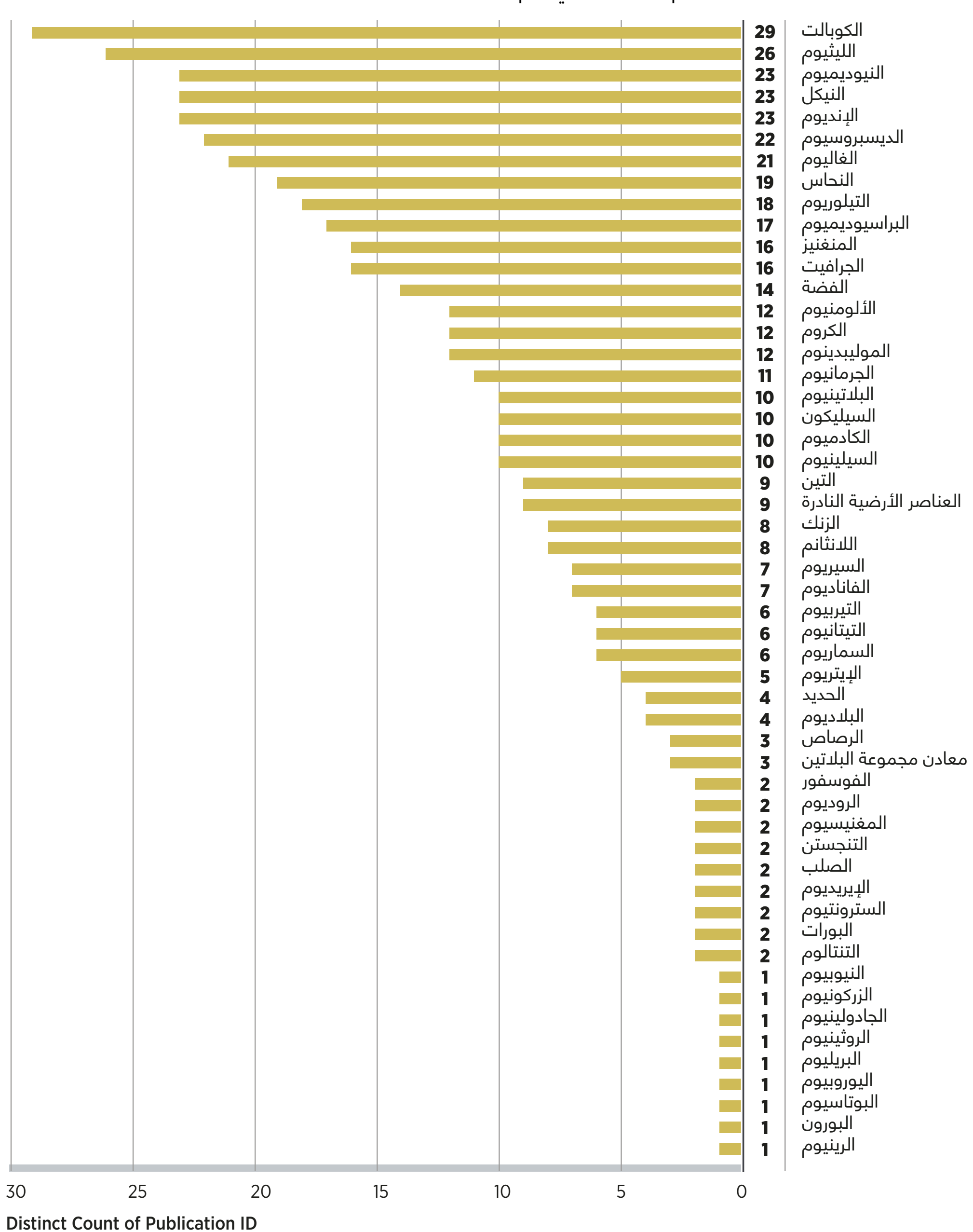
من المتوقع أن يؤدي تحول الطاقة القائم على مصادر الطاقة المتجددة إلى تسارع وتيرة تنامي الطلب على المواد الخام الحرجة. ويفترض سيناريو الوكالة الدولية للطاقة المتجددة المتمثل في وقف ارتفاع درجات الحرارة عند 1.5 درجة مئوية أن مصادر الطاقة المتجددة ستشكل 91% من مزيج الطاقة بحلول عام 2050، مما يزيد القدرة المركبة لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة من 3,300 جيجاواط في عام 2022 إلى 33,000 جيجاواط في عام 2050. وبموجب هذا السيناريو، سيتحول 90% من مركبات الطرق إلى كهربائية بحلول عام 2050، وسيشكل الهيدروجين 14% من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي. وسيتطلب هذا التحول مضاعفة مصادر الطاقة المتجددة الجديدة ثلاث مرات سنوياً، لتصل إلى متوسط انتشار قدره 1000 جيجاواط (آيرينا، 2022أ، 2023أ).

إن تحقيق هذه المعدلات من تكنولوجيا الطاقة النظيفة وبنيتها التحتية سيؤدي إلى تنامي الطلب بشكل ملحوظ على بعض المعادن والفلزات، المذكورة في هذا التقرير تحت مصطلح "المواد الخام الحرجة"، التي أصبحت تشكل اليوم نقطةً أساسية للكثير من الحوارات والتحركات الدبلوماسية العالمية. ويتركز إنتاجها ومعالجتها بشكل كبير في مناطق انتشارها جغرافياً، مما يشكل تحديات تتعلق بأمن الموارد والديناميات الجيوسياسية. وبدأت تظهر تدريجياً استراتيجيات لتنويع سلاسل التوريد والإنتاج لهذه المواد، تراعي اعتبارات اقتصادية وسياسية واجتماعية متعددة.

ولا يوجد اليوم تعريف معتمد عالمياً للمواد الحرجة (الشكل 1.1). وتبقى عوامل تحديد الأهمية غير موضوعية وتختلف باختلاف الموقع. وتشمل المعايير الأساسية عادةً الأهمية الاقتصادية (بالنسبة لاقتصاد محدد) ومستوى مخاطر الإمداد، كما تتأثر بعوامل أخرى مثل ندرة وقرب مواقع الإمداد، وتعقيد عمليات الاستخراج والتكرير، وتركيز الإمداد عبر أجزاء مختلفة من سلسلة القيمة، والافتقار إلى البدائل المجدية (آيرينا، 2022أ).

وفي هذا التقرير، تشير "المواد الخام الحرجة" إلى المعادن والفلزات التي تُعتبر بشكل عام ذات أهمية كبيرة كمدخلات لتحول الطاقة القائم على مصادر الطاقة المتجددة، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، الكوبالت، والنحاس، والجرافيت، والايريديوم، والليثيوم، والمنغنيز، والنيكل، والبلاتينيوم، ومجموعة مختارة من العناصر الأرضية النادرة. ويتطرق هذا التقرير إلى مواد أخرى مختلفة بالإشارة إلى تكنولوجيا الطاقة في العالم الحقيقي، بالإضافة إلى أمثلة حول السياسات ودراسات الحالة ذات الأهمية الجيوسياسية.

الشكل 1.1 مواد تحول الطاقة التي حددتها البلدان والمناطق على أنها مواد حرجة (35 قائمة تضم 51 مادة)، في عام 2023



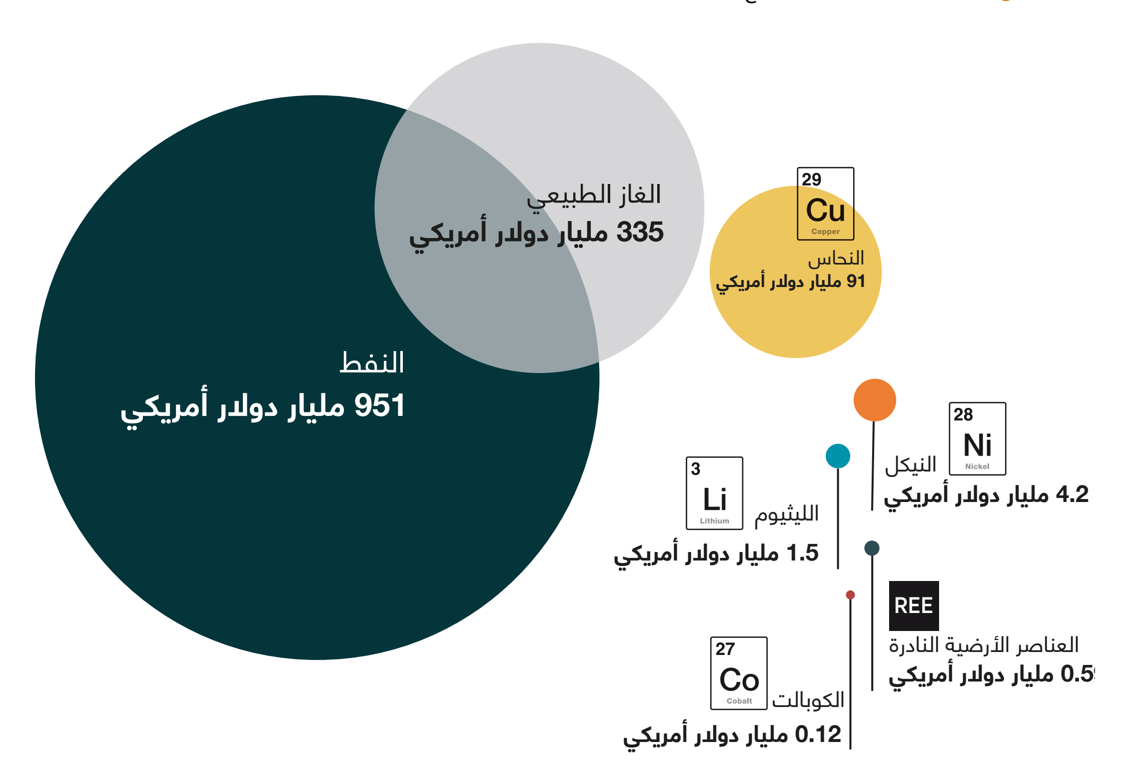
المصدر: (آيرينا والمعهد النرويجي للشؤون الدولية، سيصدر قريباً).

ملاحظات: REE = العناصر الأرضية النادرة؛ PGM = معادن مجموعة البلاتين.

تعد المواد الحرجة سلعاً قيّمة، لكن قيمتها الاقتصادية لا تضاهي أهمية الوقود الأحفوري، الذي يمثل اليوم 2% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي (آيرينا، 2022ب). وباستثناء النحاس، الذي يعد المعدن الأساسي الأكثر قيمة من حيث حجم السوق، فإن قيمة التدفقات التجارية للمعادن والفلزات الأخرى أقل بكثير من أسواق النفط والغاز (انظر الشكل 2.1). وسيشهد هذا القطاع نمواً ملحوظاً خلال السنوات القادمة، إلاّ أن الأحجام والقيم لن تكون قابلة للمقارنة مع الوقود الأحفوري اليوم.

وفي ظل مخاطر اختناق توريدات ودورات التطوير الطويلة لمشاريع التعدين، يبرز القلق من أن تحول الطاقة القائم على مصادر الطاقة المتجددة سيستلزم ضرورة الاعتماد على الوقود الأحفوري والمواد الخام الحرجة المستوردة. ومع ذلك، فإن مخاطر التبعية وديناميكيات التوريد للمواد الحرجة تختلف اختلافاً جوهرياً عن تلك المتعلقة بالوقود الأحفوري، الذي هو عبارة عن مستهلكات تستخدم بالدرجة الأولى لإنتاج الطاقة، في حين أن المواد الخام الحرجة هي مدخلات أساسية لمكونات ومعدات وأجهزة تحول الطاقة.

الشكل 2.1 قيمة الصادرات لسلع مختارة (2021)



المصدر: (قاعدة البيانات الإحصائية لتجارة السلع الأساسية للأمم المتحدة).
ملاحظة: تمثل الأرقام تجارة الوقود الخام وغير المعالج والخامات فقط.

وفي حال انقطاع الإمدادات، سيفضي ذلك لتوقف العمليات التشغيلية في البنية التحتية لقطاع الطاقة وتوقف الآلات التي تعمل بالفحم أو الغاز أو النفط. ومن شأن مثل هذه الاضطرابات أن تترك أثراً فورياً على المستهلكين والمنازل، الأمر الذي يخلق سلسلةً من التحديات الاجتماعية والسياسية والمالية. وفي المقابل، لن يؤثر انقطاع المواد الخام الحرجة على البنية التحتية الحالية لقطاع الطاقة أو على المعدات، على الرغم من أنّه من المحتمل أن يؤدي انقطاعها إلى إبطاء سرعة عمليات إزالة الكربون وزيادة تكلفتها. وبالتالي فإن خطر انقطاع إمدادات المواد الخام الحرجة لن يهدد أمن الطاقة بقدر ما يهدد سرعة تحول قطاع الطاقة (انظر الشكل 3.1).

الشكل 3.1 الاختلاف الجوهري بين المواد الخام الحرجة والوقود الأحفوري

المواد الخام الحرجة	الوقود الأحفوري
كميات قليلة من التعدين تم إنتاج حوالي 10 ملايين طن من المعادن الحرجة لتمكين تحول قطاع الطاقة في عام 2022 لاستخدامها في التقنيات منخفضة الانبعاثات	**كميات كبيرة من التعدين** تم استخراج 15 مليار طن من الوقود الأحفوري في عام 2021
تحقيق أرباح أقل حققت صادرات النحاس، والنيكل، والليثيوم، والكوبالت، و العناصر الأرضية النادرة96 مليار دولار أمريكي في عام 2021	**تحقيق عوائد ضخمة** بلغت قيمة صادرات النفط والغاز وحدها 2 تريليون دولار أمريكي في عام 2021
مدخلات التصنيع يتم إدراج المواد الخام الحرجة ضمن أصول الطاقة التي يتراوح عمرها عادةً بين 10 و30 عاماً	**حرق المواد كوقود** يتم حرق الوقود الأحفوري بشكل أساسي كوقود، وهو ما يمثل حوالي 94% من استخدامه
مخاطر تحول الطاقة يمكن أن تؤدي الاضطرابات في إمدادات المعادن الحرجة إلى تأخير بناء أصول جديدة للطاقة النظيفة، ولكنها لا تؤثر على أسعار الطاقة أو إمداداتها الحالية	**مخاطر أمن الطاقة** يمكن أن يؤدي انقطاع إمدادات الوقود الأحفوري إلى نقص فوري في الطاقة وارتفاع الأسعار
قابلة لإعادة الاستخدام والتدوير تمتاز بقابلية عالية للحد من الاستخدام، وإعادة الاستخدام والتدوير	**غير قابل لإعادة التدوير** يتم استهلاك الوقود الأحفوري بشكل أساسي من خلال الاحتراق ولا يمكن استرداده أو إعادة استخدامه

ملاحظات: [1] الشكل لعام 2021 مقتبس من المراجعة الإحصائية لشركة بريتيش بتروليوم للطاقة العالمية. كانت أرقام النفط والفحم متوفرة بالأطنان؛ تم تحويل بيانات الغاز من مليار متر مكعب إلى مليار طن باستخدام الصيغة (1 متر مكعب = 0.712 كجم)، بناءً على منهجية شركة بريتيش بتروليوم، التي تستخدمها أيضاً هانا ريتشي: https://hannahritchie.substack.com/p/mining-low-carbon-vs- fossil [[2 استناداً إلى حسابات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، بلغ إنتاج المواد (النحاس، والليثيوم، والجرافيت، والنيكل، والكوبالت، والمنغنيز و العناصر الأرضية النادرةومعادن مجموعة البلاتين) للتقنيات المتعلقة بالطاقة المتجددة في عام 2022 حوالي 10 ملايين طن (ميجا طن) (لمزيد من التفاصيل انظر الفصل 2) [3] في عام 2021، حققت صادرات النفط الخام (951 HS 2709 مليار دولار أمريكي؛ وحقق النفط المكرر (HS 746 2710) مليار دولار أمريكي؛ والغاز الطبيعي المسال (162 HS 27111100) مليار دولار أمريكي؛ والغاز الطبيعي في الحالة الغازية (HS 173 271121) مليار دولار. [4] في عام 2021، حققت صادرات خامات ومركزات النحاس (91.1 HS 2603) مليار دولار؛ وخامات ومركزات النيكل(4.24 HS 2604) مليار دولار؛ وخامات ومركزات الكوبالت (118 HS2605) مليون دولار. وفيما يتعلق بالمعادن الأرضية النادرة، حقق كل من السكانديوم والإتريوم (586 HS 280530) مليون دولار. [5] الحسابات وفقاً لنظام ميزان الطاقة الخاص بوكالة الطاقة الدولية (2020) المتوفرة على الموقع www.iea.org/Sankey.

تتوقع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أن يتمّ رسم ملامح التطور التقني للمواد الحرجة من خلال ثلاث ديناميكيات متغيرة ومتداخلة. تتسم الديناميكية الأولى، الأكثر هيمنةً من بين الديناميكيات الثلاث على المديين القصير والمتوسط، بالقيود المفروضة والتحديات المادية في مواكبة الطلب المتزايد على بعض المواد الخام الحرجة. في حين تتسم الديناميكية الثانية والمنتشرة على نطاق واسع، بالابتكار المربك الذي ينطوي على أفكار وتجارب جديدة ترمي إلى الحدّ من استهلاك المواد. وأما الديناميكية الثالثة التي لا تزال في بداياتها، فستلعب دوراً محورياً وهي الاقتصاد الدائري، الذي يتضمن تبني أساليب أكثر تقدماً تعتمد على تقليل استخدام المواد الخام الحرجة وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها.

الشكل 4.1 ديناميكيات تطور المواد الحرجة الثلاثة لعملية تحول الطاقة



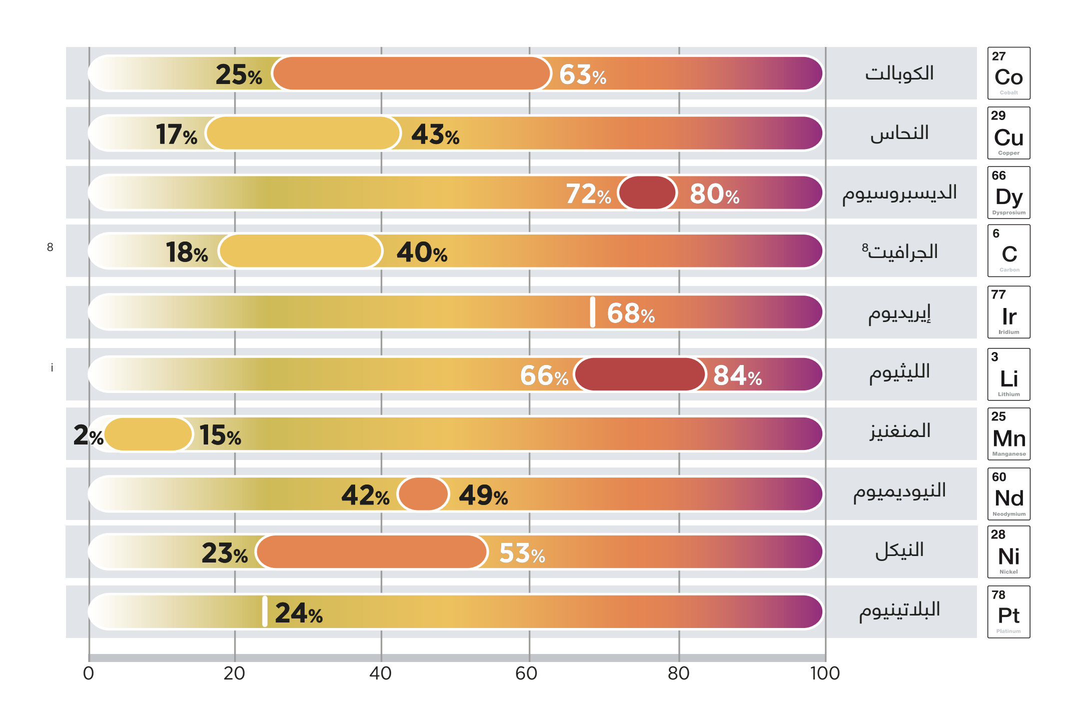
2.1 القيود المادية

إن نقص الإمدادات المحتملة على المديين القصير والمتوسط، هو نتيجةٌ مباشرة لنقص الاستثمار في أنشطة التنقيب. ويرجع ذلك إلى عوامل عديدة، بما في ذلك المهلات الزمنية الطويلة الحرجة لفتح مناجم جديدة وإجراءات التحضير الحرجة لتجهيز مصانع الإنتاج، فضلاً عن حالة عدم اليقين بشأن الطلب المستقبلي، وتقلب الأسعار، والافتقار إلى الشفافية، والمعارضة المحلية، من بين عوامل أخرى (آيرينا، سيصدر قريباً). علاوةً على ذلك، فإن تعدين وتصنيع المواد الخام الحرجة يتركز بشكل كبير في عدد قليل من البلدان (انظر الفصل الثاني).

الطلب في السوق على المواد الخام الحرجة في عام 2022 نشأ في الغالب من الاستخدامات غير المتعلقة بتحول الطاقة، باستثناء الليثيوم. فعلى سبيل المثال، تم استخدام أكثر من 90% من النيكل في إنتاج الحديد والصلب؛ وتم استخدام أكثر من 80% من الجرافيت في صناعة الفولاذ والألمنيوم والسيراميك؛ وتم استخدام أكثر من 80% من المنغنيز في إنتاج الصلب والكيماويات والسبائك وعمليات التلحيم (آيرينا، سيصدر قريباً). وبطبيعة الحال، تزداد حاجة تقنيات تحول الطاقة إلى المواد الخام الحرجة أكثر وأكثر، وقد يزداد الطلب عليها في استخداماتٍ لا ترتبط بالطاقة في بعض الحالات (آيرينا، سيصدر قريباً). وهذا الاتجاه ملحوظ بشكل خاص بالنسبة لليثيوم، والكوبالت، والجرافيت، والديسبروسيوم. ويقارن معدل الندرة على المدى القصير للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (انظر الشكل 5.1) بين المعروض من المواد في عام 2022 والطلب المتوقع في عام 2030. 1

تشمل الإمدادات في عام 2022 الإمدادات الأولية فقط (المتعلقة بالتعدين) أو كلاً من الإمدادات الأولية والثانوية (المتعلقة بإعادة التدوير)، وتنطبق الأخيرة فقط على النحاس، والكوبالت، والبلاتينيوم، حيث تكون معدلات إعادة التدوير/التكرير معروفة. انظر الملحق للحصول على التفاصيل.

الشكل 5.1 تقييم التفاوت بين الإمدادات الحالية والطلب المتوقع في عام 2030 بالنسبة لبعض المواد*



المصادر: (هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية 2023أ، يوروميتوكس 2022، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، سيصدر قريباً، ماكينزي 2023، وول ستريت جورنال 2023، Mining.com 2021، ميتشل وديدي 2021، إن في إم 2021، كيو واي للأبحاث 2023، غارفي 2021، مجلس المعادن في أستراليا 2022، نيكل آسيا 2022؛ سيستيماك 2023؛ كوبالت بلو هولدنجز 2022؛ دربار 2022؛ فو 2020؛ أليمارل 2023؛ لازارو 2022؛ ماكينزي 2022؛ ستاندرد آند بورز جلوبال آي كيو 2022).

ملاحظة: *يقارن معدل الندرة على المدى القصير بين إنتاج المناجم لمواد محددة في عام 2022 مع الطلب المتوقع في عام 2030؛ انظر الملحق لمعرفة منهجية الحساب.

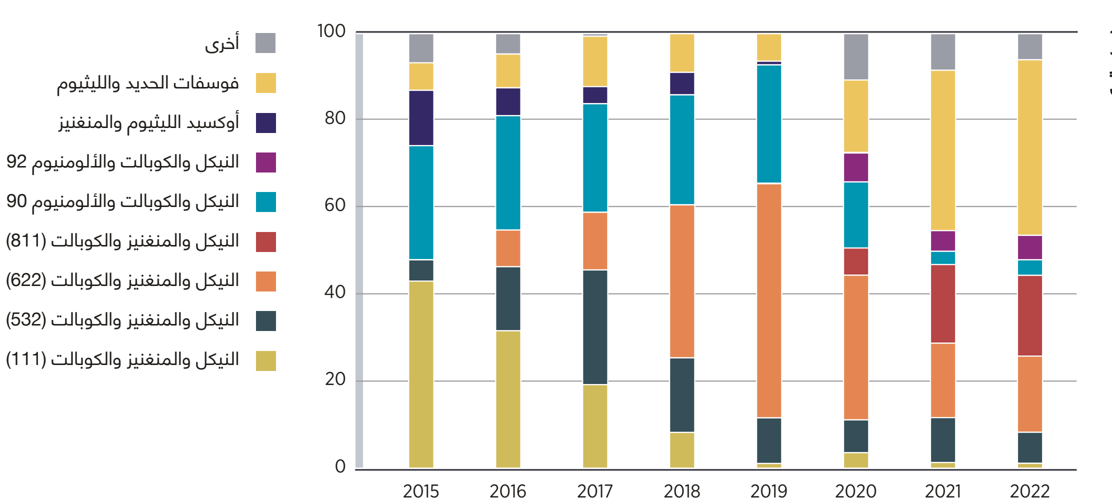
ولتجنب الفجوة بين معدلات العرض والطلب بالنسبة للمواد النادرة جداً، فإن زيادة قدرات التعدين والتصنيع أمر ضروري. لا يوجد شحّ في المحميات الجيولوجية وهي منتشرة على مساحات شاسعة حول الأرض. ومع تزايد التركيز على المواد الخام الحرجة، تزداد أيضاً الاكتشافات الجديدة. فعلى سبيل المثال، أعلنت شركة "نورج ماينينغ" مؤخراً أن رواسب الفوسفات والتيتانيوم والفاناديوم الموجودة في النرويج يمكن أن تلبي الطلب العالمي الحالي لمدة 50 عاماً على الأقل (ذا إيكونوميست، 8 يونيو 2023).

وبصرف النظر عن تعزيز عمليات التعدين والتصنيع، فإن سد الفجوة يتطلب تحسين عملية استخلاص المواد من المخلفات وتقنيات إعادة التدوير. وتتطلب مثل هذه التطورات استثماراً حكومياً في البنى التحتية، ووضع الأُطر القانونية التمكينية، بما في ذلك التفويضات من خلال السياسة العامة، والبحث والابتكار في تقنيات إعادة التدوير.

1.3 الابتكار المربك

يؤثر الابتكار التكنولوجي على آليات الطلب على المواد وذلك من خلال عوامل عدة، مثل: الاستبدال (البدائل)، وتحسين الكفاءة، وتحسين التصميم، وإدخال مواد جديدة. وتحوم العديد من الشكوك حول توقع وتقييم الفجوة بين العرض والطلب بالنسبة للمواد الحرجة من أجل تصنيع تقنيات تحول الطاقة. والمثال الرئيسي على ذلك هو بطاريات السيارات الكهربائية (EV). وقد حدثت تحولات كبيرة في المزيج الكيميائي لبطاريات السيارات الكهربائية منذ عام 2015 (الشكل 6.1).

الشكل 6.1 المزيج الكيميائي العالمي لبطاريات السيارات الكهربائية سريع التغير بين عامي 2015 و2022



المصدر: (بلومبرج لتمويل الطاقة الجديدة، 2022ب).

ملاحظة: تشير الأرقام التي تلي الألومنيوم والنيكل والكوبالت إلى نسبة النيكل في كيمياء بطارية النيكل والكوبالت والألومنيوم، في حين تشير الأرقام التي تلي المنغنيز والنيكل والكوبالت إلى نسبة النيكل في كيمياء بطارية النيكل والمنغنيز والكوبالت؛ فعلى سبيل المثال، النيكل والمنغنيز والكوبالت (622) أي 6 أجزاء من النيكل وجزئين من المنغنيز وجزئين من الكوبالت.



تهيمن بطاريات الليثيوم أيون اليوم على مجال صناعة بطاريات السيارات الكهربائية، وهي تقنية خضعت لتطورات متعددة في المكونات الرئيسية؛ مما يؤثر بشكل كبير على نطاق الطلب. ويحظى تكوين الأنود القائم على الجرافيت الكيميائي بحصة سوقية تبلغ 70%،نظراً لأدائها العالي. ومع ذلك، فإن تكوينات الأنود الكيميائية الناشئة، مثل الأنودات القائمة على السيليكون بنسبة 100%، وأنودات معدن الليثيوم، وأنودات الألومنيوم أو سبائك الألومنيوم، لديها القدرة على تقليل الطلب على الجرافيت أو إلغائه نهائياً، اعتماداً على سرعة البحث والتطوير (آيرينا، سيصدر قريباً). وبالنسبة للكاثودات، تشمل التكوينات الكيميائية الأكثر استخداماً أكاسيد الكوبالت والنيكل والمنغنيز (NMC)، وأكاسيد الألومنيوم والكوبالت والنيكل (NCA) وفوسفات الحديد والليثيوم (LFP). ومن المتوقع أن تظل بطاريات أكاسيد النيكل والمنغنيز والكوبالت وبطاريات أكاسيد فوسفات الحديد والليثيوم هي البطاريات الأكثر انتشاراً في هذا العقد، على الرغم من أن التقنيات التي ستسود في نهاية المطاف تبقى موضع تساؤل (انظر الإطار 1.1). وتتمتع تقنيات البطاريات الناشئة، مثل بطاريات أيونات الصوديوم، بالقدرة على إحداث تغيير جذري في سوق بطاريات السيارات الكهربائية عن طريق استبدال المواد الخام الحرجة، مثل الليثيوم والكوبالت، بخيارات أقل تكلفة أو أكثر وفرة، مثل الصوديوم (آيرينا، سيصدر قريباً).

الإطار 1.1 الشكوك حول فجوة الطلب والعرض للمواد الحرجة: بطاريات السيارات الكهربائية نموذجاً

ظهرت بطاريات فوسفات الحديد والليثيوم في التسعينيات، وخرجت من مختبر جون جوديناف، الحائز على جائزة نوبل عن اختراعه بطاريات أيون الليثيوم، في جامعة تكساس-أوستن. ومع تلك البطاريات، رأت العديد من الشركات الناشئة (مثل شركة أنظمة A123) فرصةً للابتعاد عن الكوبالت والنيكل، لكن كثافة الطاقة المنخفضة لبطاريات فوسفات الحديد والليثيوم لم تجذب اهتمام شركات صناعة السيارات، مثل تيسلا وجنرال موتورز، مما تسبب في إفلاس الشركات الناشئة مثل شركة أنظمة A123. (ماكفارلاند، 2022).
وفي وقتٍ لاحق، عندما أصبحت بطاريات الكوبالت والنيكل أكثر تكلفة بشكل ملحوظ، بدأ صانعو السيارات بتحري كيمياء البطاريات باستخدام عدد أقل من المواد الخام الحرجة. وأخذت بطاريات فوسفات الحديد والليثيوم مكان بطاريات كوبالت النيكل والمنغنيز في المركبات العادية، في حين ظل كوبالت النيكل والمنغنيز هو التكوين الكيميائي المفضل للمركبات عالية الأداء. وكدليل على هذا التغيير، زادت الحصة السوقية لبطاريات فوسفات الحديد والليثيوم بشكل كبير من رقم صغير من خانة واحدة، إلى 40% في عام 2022 (بلومبرج لتمويل الطاقة الجديدة، 2022أ).

ومع ذلك، لا يمكن ربط التوسع السريع في استخدام بطاريات فوسفات الحديد والليثيوم بالابتكار فقط. وتعد الصين السوق الرئيسي لبطاريات فوسفات الحديد والليثيوم، حيث يتم استخدامها عبر أكثر من 40% من المركبات الكهربائية، مقارنة بنسبة 6% في أوروبا و3% في الولايات المتحدة وكندا (بي إم إيه، 2022).
ويعود تفضيل الصين لبطاريات فوسفات الحديد والليثيوم إلى عدم الثقة من توفر الكوبالت والنيكل بأسعار معقولة. وبهذا الصدد، أبرمت الصين اتفاقاً طويل الأمد بين أصحاب براءات الاختراع - اتحاد جامعات في الولايات المتحدة (جامعة تكساس - أوستن ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا) وكندا (جامعة مونتريال والمركز الوطني للبحث العلمي) - وشركتي تصنيع البطاريات الصينيتين "كونتيمبوريري أمبيريكس تكنولوجي كو ليمتد" وشركة "بي واي دي". وقد أدى هذا الاتفاق إلى إلغاء رسوم الترخيص في حال تم استخدام بطاريات فوسفات الحديد والليثيوم حصرياً في الصين (آيرينا، سيصدر قريباً). وانتهت صلاحية براءات الاختراع في عام 2022.



© asharkyu | shutterstock.com



© 1st footage | shutterstock.com

تُستخدم العناصر الأرضية النادرة، مثل النيوديميوم، والديسبروسيوم، كمغناطيسات دائمة في المولدات الكهربائية المستخدمة في توربينات الرياح، والمحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الكهربائية.
وتُستخدم المغانط الصلبة الدائمة في تطبيقات طاقة الرياح البرية والبحرية، ومن المرجح أن تصبح أكثر استخداماً في التوربينات، على الرغم من الجهود الكبيرة الرامية لاستبدال النيوديميوم بعناصر أرضية نادرة أخرى، بما في ذلك البراسيوديميوم، والديسبروسيوم، والتيربيوم، أو لتطوير مغانط دائمة خالية من العناصر الأرضية النادرة (كالمغانط الكهربائية).
وقد يؤدي هذا إلى تغيير توقعات الطلب على النيوديميوم والديسبروسيوم (جيلين وآخرون، 2022أ).

تماماً مثلما يؤدي استخدام الحلول الابتكارية في تكنولوجيا الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى تغير الطلب على المواد الخام، ويقلل استخدام الخلايا الشمسية التقليدية المصنوعة من السيليكون البلوري وتقنيات الطاقة الشمسية ذات الأغشية الرقيقة الأقل كفاءة. وقد أدى البحث المستمر لتطوير خلايا البيروفسكايت الشمسية الكهروضوئية إلى تحسينات سريعة في كفاءتها مقارنة بنظيراتها من السيليكون البلوري بنسبة تصل إلى 25% (ووه وآخرون، 2021). وتشمل التقنيات التكنولوجية الواعدة الأخرى تطوير الخلايا الشمسية العضوية، وخلايا سيلينيد النحاس، والإنديوم، والغاليوم، والخلايا الشمسية الصبغية، والخلايا الشمسية ذات النقاط الكمومية، وعلى الرغم من أن هذه التقنيات تحمل إمكانات كبيرة، إلا أنها لا تزال في طور التطوير والتسويق، ولا يزال أداؤها ومتانتها وفعاليتها من حيث التكلفة قيد الدراسة والتطوير.

الجدول 1.1 تطبيقات مختارة لتكنولوجيا الطاقة، 2023

27 Co Cobalt الكوبالت	• بطاريات المركبات الكهربائية	• تخزين البطارية • الطاقة الحيوية • أجهزة التحليل الكهربائي
29 Cu Copper النحاس	• الشبكة الكهربائية • بطاريات المركبات الكهربائية • الطاقة الشمسية الكهروضوئية	• تخزين البطارية • أجهزة التحليل الكهربائي • الطاقة الحيوية • الحرارة الأرضية • الطاقة الشمسية المركزة (CSP) • التطبيقات المائية
66 Dy Dysprosium الديسبروسيوم	• محركات المركبات الكهربائية • توربينات الرياح	
6 C Carbon الجرافيت	• بطاريات المركبات الكهربائية	• تخزين البطارية
77 Ir Iridium إيريديوم	• التحليل الكهربائي بغشاء تبادل البروتونات	
3 Li Lithium الليثيوم	• بطاريات المركبات الكهربائية	• تخزين البطارية
25 Mn Manganese المنغنيز	• بطاريات المركبات الكهربائية	• تخزين البطارية • الطاقة الشمسية المركزة (CSP) • أجهزة التحليل الكهربائي • الحرارة الأرضية • التطبيقات المائية • توربينات الرياح
60 Nd Neodymium النيوديميوم	• محركات المركبات الكهربائية • توربينات الرياح	
28 Ni Nickel النيكل	• أجهزة التحليل الكهربائي • بطاريات المركبات الكهربائية	• تخزين البطارية • الطاقة الحيوية • الطاقة الشمسية المركزة (CSP) • الحرارة الأرضية • التطبيقات المائية • الطاقة الشمسية الكهروضوئية
78 Pt Platinum البلاتينيوم	• التحليل الكهربائي بغشاء تبادل البروتونات	

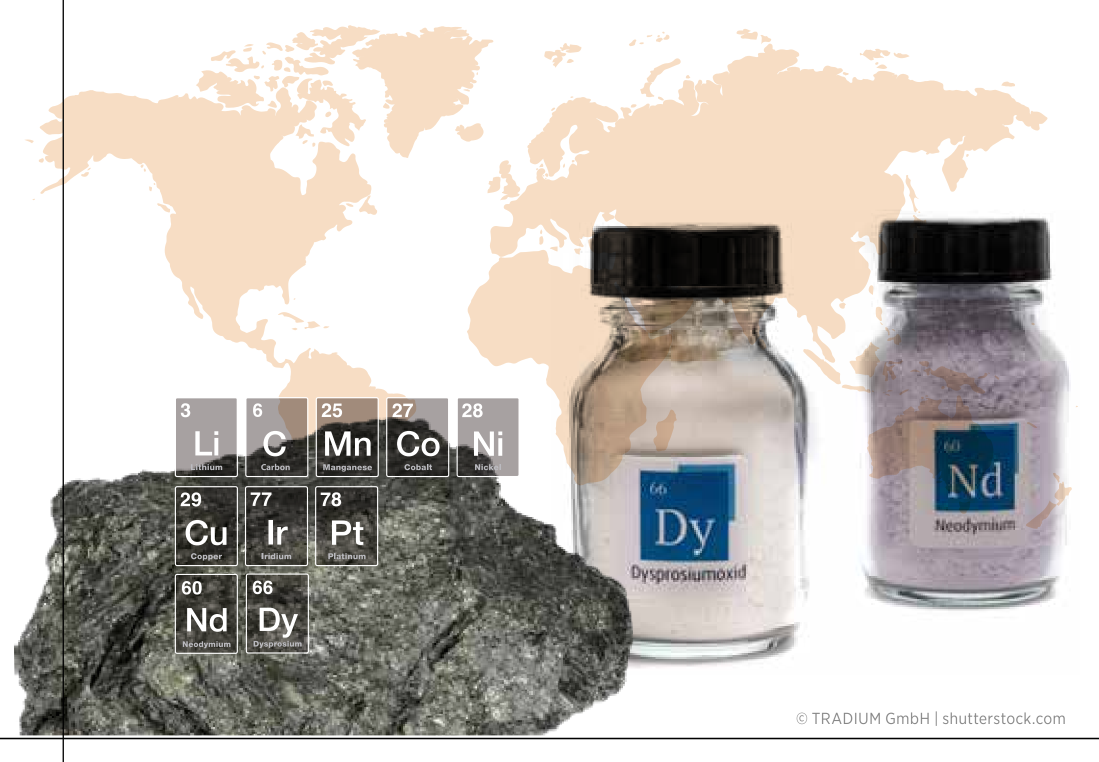
4.1 نطاق التقرير

يقدم التقرير شرحاً تفصيلياً لكل ما ورد أعلاه ويوفر توضيحاً معمقاً للاعتبارات الجيوسياسية والجيواقتصادية والآثار المترتبة على الزيادة المتوقعة في الطلب والعرض للمواد الحرجة. وقد تم إعداد التقرير بناءً على عمل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة المستمر حتى اليوم ويعرض تحليلاً للمشهد المتطور لسلاسل التوريد وأنماط التجارة، والاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والاستدامة المتعلقة بعمليات الاستخراج والتصنيع في جميع أنحاء العالم، والأهمية الاستراتيجية للمواد الحرجة النابعة من قدرتها التنافسية الاقتصادية وسرعة التحول إلى الطاقة القائمة على مصادر متجددة.

يتناول الفصل الثاني المواضيع الجيوسياسية المتعلقة بالتبادل التجاري، والأمن، والاعتماد المتبادل. وترتبط هذه المواضيع ارتباطاً وثيقاً وشاملاً بالصناعات الاستخراجية، وتحافظ على هذا الارتباط مع توسع نطاق المواد الخام الحرجة لتحول الطاقة.

وستكون الاعتبارات المتعلقة بالاستدامة والمجتمعات وسبل العيش محور الفصل الثالث، وستتم مناقشتها آخذين كافة مبادئ الأمن البشري بعين الاعتبار. ويشرح هذا الفصل الارتباط بين القطاعات الاستخراجية وآثارها على قطاعات مختلفة تشمل الاقتصاد الاجتماعي، والبيئة، والمناخ في الدول المصدرة، والدول المجاورة لها، ومن ثم العالم أجمع.

بينما يمهد الفصل الرابع الطريق أمام الدراسات التشخيصية السابقة لتصبح استجابات استراتيجية واعتبارات للسياسات المُتبعة. ولا يكتفي هذا الفصل الختامي بتقديم مجموعة شاملة من التوصيات، بل يستعرض أيضاً الضغوط الرئيسية لنهج السياسات لمواجهة التحديات والفرص التي يوفرها توسيع نطاق المواد الخام الحرجة لتحول الطاقة.



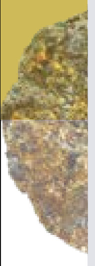
الفصل 2

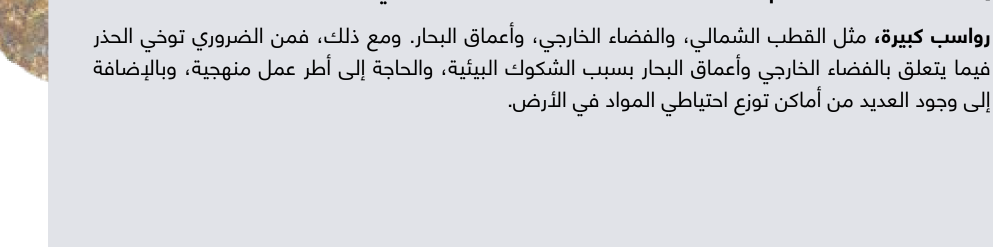
التجارة والأمن والترابط بينهما

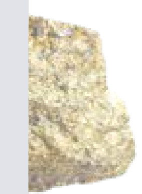


النقاط الرئيسية

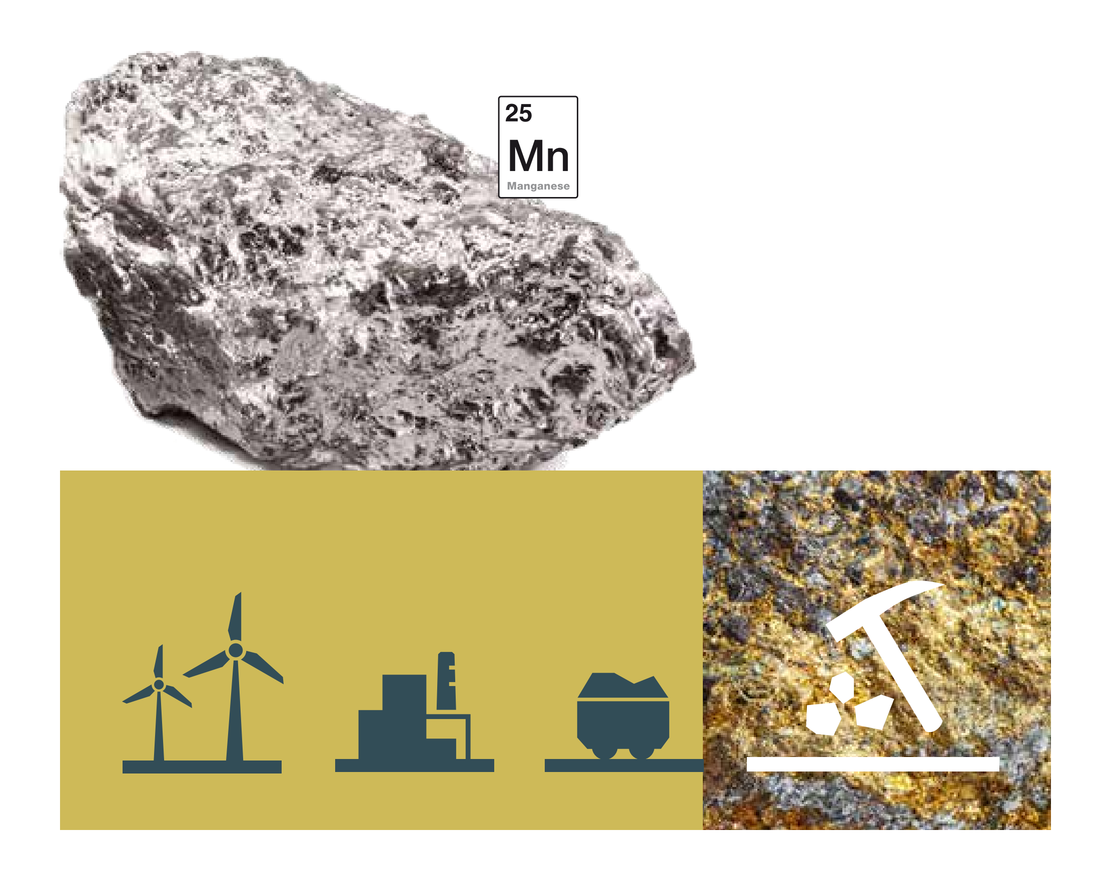
- **يتركز تعدين المواد الخام الحرجة اليوم بشكل كبير في مواقع جغرافية محددة**، وتضم قائمة اللاعبين الأبرز في هذا المجال كلاّ من: أستراليا (الليثيوم)، والصين (الجرافيت والعناصر الأرضية النادرة)، و شيلي (النحاس والليثيوم)، وجمهورية الكونغو الديمقراطية (الكوبالت)، وإندونيسيا (النيكل)، وجنوب إفريقيا (البلاتينيوم والإيريديوم)، **وباتت عمليات التصنيع أكثر تركيزاً من الناحية الجغرافية أيضاً**، حيث تستأثر الصين بما يزيد على 50% من الإمدادات العالمية المكررة من الجرافيت (الطبيعي)، والديسبروسيوم (أحد العناصر الأرضية النادرة)، والكوبالت، والليثيوم، والمنغنيز.
- **ويتم توزيع احتياطي المعادن بالتساوي نسبياً**، مما يتيح فرصاً لتنويع سلاسل التوريد على المدى البعيد. ومن أحد الحلول لزيادة الاحتياطي من المعادن هو الاستثمار في الاستكشاف لمكامن جديدة، وخاصة في المناطق غير المستكشفة مثل أفريقيا. ويمكن للتعاون الدولي في إجراء المسوحات الجيولوجية أن يساعد هذه المناطق على جذب الاستثمارات لعمليات الاستكشاف.
- **إن التجارة في المواد الخام الحرجة أقل بكثير من حيث القيمة من التجارة في الوقود الأحفوري**؛ إذ لا يتم تداول معظم المواد الخام الحرجة على نطاق واسع في البورصات، على عكس النفط. والهدف من هذه القيود على تداولها هو حمايتها من تقلبات الأسعار، حيث يتم السماح لتجار هذه المواد بلعب دور رئيسي في تعزيز العلاقات بين المنتجين والمستهلكين.
- **ولكل مادة جغرافيا تجارية فريدة من نوعها**، التي عند النظر إليها بشكل جماعي، يبدو أنها تربط بين بلدان متعددة في شبكة من الاعتماد المتبادل. فلا تستطيع أي دولة أن تعزل نفسها بشكل كامل عن مخاطر التغيرات المفاجئة في الأسعار أو انقطاع الإمدادات المرتبطة بالمواد الخام الحرجة، لأن هذه العوامل قد تؤثر سلباً على تكلفة ومسار تحول الطاقة.
- **ويتأثر توفر المواد بالعديد من الظروف الهيكلية**، بما في ذلك التركز الجغرافي للتعدين والتصنيع، وانخفاض درجات خام المعادن، والنطاق المحدود لدورة حياة المواد، والاعتماد على إنتاج المنتجات الثانوية للعديد من المواد الخام الحرجة والإمكانيات المحدودة لاستبدال بعض المواد على المدى القصير.
- **وقد تم تحديد وتقييم ستة مخاطر جيوسياسية تتعلق بتوريد المواد على المدى القصير والمتوسط**، هي: الصدمات الخارجية غير المتوقعة (مثل الحرب)، والتحكم الوطني بالموارد (مثل المصادرة)، والقيود المفروضة على الصادرات (مثل حظر التصدير)، وتكتلات قطاع المعادن (مثل تنسيق عملية الإنتاج)، وانعدام الاستقرار (مثل الاضطرابات الاجتماعية)، والتلاعب بالأسواق (مثل الضغوطات الاقتصادية قصيرة الأمد).
- **إن البحث عن المواد الخام الحرجة يمكن أن يثير منافسة جيوسياسية في المناطق المعروفة باحتوائها على رواسب كبيرة**، مثل القطب الشمالي، والفضاء الخارجي، وأعماق البحار. ومع ذلك، فمن الضروري توخي الحذر فيما يتعلق بالفضاء الخارجي وأعماق البحار بسبب الشكوك البيئية، والحاجة إلى أطر عمل منهجية، وبالإضافة إلى وجود العديد من أماكن توزع احتياطي المواد في الأرض.







يقدم هذا الفصل لمحة عامة عن الجهات الفاعلة في سلاسل القيمة للمواد الحرجة مسلطاً الضوء على مواقع التركيز الجغرافي المرتفع للتوريد، وكذلك الدور الحاسم للقطاع الخاص وتجار السلع الأساسية. ويبحث هذا الفصل أيضاً في الاتجاهات التجارية السائدة، والمخاطر وأوجه الضعف التي تعتري مسار التوريد كتلك المرتبطة باستخدام التوريدات كسلاح أو احتكارها، فضلاً عن الاضطرابات غير السياسية مثل المخاطر والأوبئة المرتبطة بالمناخ. كما يتناول التنافس الجيوسياسي المتزايد على المواد الخام الحرجة وتحديداً تلك المرتبطة بالموارد العالمية المشتركة، بما في ذلك أعمال التنقيب والاستخراج الجارية في أعماق البحار.

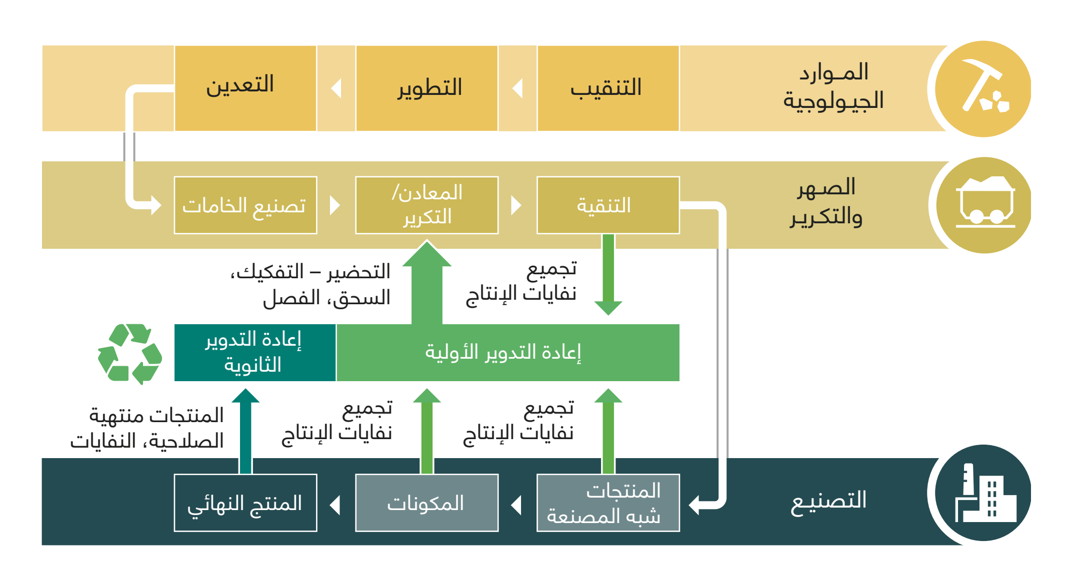


1.2 الجهات الفاعلة الرئيسية في تجارة المعادن والفلزات

سلسلة توريد المواد الخام الحرجة

يتضمن مسار المعادن من المناجم إلى المنتجات النهائية شبكة معقدة من الأطراف والعمليات. ويبيّن الشكل 1.2 بعض المراحل الرئيسية في سلاسل القيمة لقطاعات المعادن والفلزات.

الشكل 1.2 التمثيل التخطيطي لسلسلة القيمة المعتمدة على المعادن أو الفلزات



المصدر: (إيوك وآخرون. 2020).

[2] يتبع هذا القسم إلى لجنة الموارد الدولية 2020

إن الوجود الجيولوجي للموارد لا يكفي وحده لتنفيذ مشاريع التعدين، ولكن هناك مراحل متعددة تسبق التعدين الفعلي للخامات المعدنية وتتطلب استيفاء العديد من الشروط بما في ذلك الالتزام بقواعد التعدين والأنظمة البيئية، والحصول على التصاريح والتراخيص الحرجة. وبعد استيفاء تلك المتطلبات القانونية ، تتخذ شركات التعدين خطوات عدة قبل استخراج الموارد من الأرض، ويشمل ذلك تقييم الموارد، وإعداد دراسات الجدوى، وربما في بعض الحالات إنشاء مصانع تجريبية . وقد تستغرق هذه العمليات سنوات عدة، وتنطوي على تكاليف كبيرة.

وبعد ذلك تبدأ مرحلة التعدين، حيث يتم استخراج الخامات المعدنية من المناجم المكشوفة أو الباطنية باستخدام تقنيات الحفر و/أو التفجير. ومن ثم يتم نقل الخامات المستخرجة (عادة عن طريق ناقلات أو شاحنات) إلى محطة معالجة قريبة، حيث تخضع لخطوات عدة تتحول بعدها إلى منتجات قابلة للشحن. وتختلف هذه المنتجات باختلاف المواد الخام المكونة لها، وقد يشمل إنتاجها عمليات مختلفة مثل الطحن، والسحق، والمعالجة الكيميائية. وتجدر الإشارة إلى أن العمليات آنفة الذكر تنطبق على التعدين واسع النطاق؛ أما التعدين الحِرَفي ضيق النطاق، فقد يستخدم أساليب أكثر بدائية مثل: العمل اليدوي، والأدوات البسيطة. وتؤكد مشاركة التجار في شراء ونقل المعادن المكررة على تعقيد سلسلة توريد المعادن.

يلي ما سبق العمليات المتعلقة بالمعادن أو التكرير، وهي عمليات بالغة الأهمية مثل إزالة الشوائب المتبقية من المعدن لتلبية معايير النقاوة المطلوبة في الأسواق المختلفة. وفيها يتم استخدام تقنيات مختلفة مثل الصهر والتجفيف والتحليل الكهربائي، وقد ينتج عن هذه العمليات نفايات وانبعاثات غازية كبيرة. بعد ذلك، يتم بيع المنتج النهائي المكرر إلى الشركات المصنّعة لاستخدامه في شتّى المجالات مثل: صناعة الإلكترونيات، والبطاريات، ومواد البناء. ويجري ذلك كله وسط توجّهٍ متزايد نحو إعادة تدوير المنتجات، بما في ذلك بعض النفايات والمخلفات التي يتم توليدها خلال مراحل دورة حياة المنتج.

جغرافية التعدين والصناعة

يتركز تعدين المواد بدرجة كبيرة في مواقع جغرافية محددة (الشكل 2،2). على سبيل المثال، يتم استخراج ما يزيد على 70% من البلاتينوم في جنوب أفريقيا، و70% من الكوبالت في جمهورية الكونغو الديمقراطية، وما يزيد على 60% من الجرافيت الطبيعي في الصين، وقرابة 50% من النيكل في إندونيسيا، وحوالي 50% من الليثيوم في أستراليا، وما يقارب 50% من الديسبروسيوم في الصين؛ في حين تتركز أماكن تصنيع المعادن بشكل أوضح (الشكل 3.2)، فالصين هي اللاعب المهيمن في هذه العملية بحصة 100% من التوريدات العالمية المكررة للجرافيت الطبيعي وعنصر الديسبروسيوم (عنصر أرضي نادر)، بالإضافة إلى أكثر من 90% للمنغنيز، و 70% للكوبالت، وحوالي 60% لليثيوم و40% للنحاس.

الشكل 2.2 بلدان التعدين الرئيسية لمجموعة مختارة من المعادن

النيكل (28 Ni Nickel)	
إندونيسيا	48.8%
الفلبين	10.1%
روسيا الاتحادية	6.7%
فرنسا (كاليدونيا الجديدة)	5.8%
أستراليا	4.9%
كندا	4.0%
الصين	3.3%
البرازيل	2.5%
بلدان أخرى	13.9%

المنغنيز (25 Mn Manganese)	
جنوب أفريقيا	35.8%
الغابون	22.9%
أستراليا	16.4%
الصين	4.9%
غانا	4.7%
الهند	2.4%
البرازيل	2.0%
أوكرانيا	2.0%
ساحل العاج	1.8%
ماليزيا	1.8%
بلدان أخرى	5.3%

الديسبروسيوم (66 Dy Dysprosium)	
الصين	35.8%
ميانمار	22.9%
أستراليا	16.4%
الولايات المتحدة	4.9%
كندا	4.7%
بلدان أخرى	2.4%

الكوبالت (27 Co Cobalt)	
جمهورية الكونغو الديمقراطية	70.0%
إندونيسيا	5.4%
روسيا الاتحادية	% 4.8
أستراليا	% 3.2
كندا	% 2.1
كوبا	% 2.0
الفلبين	% 2.0
بلدان أخرى	10.5%

البلاتينيوم (78 Pt Platinum)	
جنوب أفريقيا	73.6%
روسيا الاتحادية	10.5%
زمبابوي	7.8%
كندا	3.1%
الولايات المتحدة	1.7%
بلدان أخرى	3.3%

النيوديميوم (60 Nd Neodymium)	
الصين	45.8%
أستراليا	23.1%
جرينلاند	8.2%
ميانمار	7.4%
البرازيل	4.4%
الهند	2.1%
بلدان أخرى	9.0%

مملكة الدنمارك

الجرافيت (6 C Carbon)	
الصين	64.6%
الموزمبيق	12.9%
مدغشقر	8.4%
البرازيل	6.6%
بلدان أخرى	7.5%

الإيريديوم (77 Ir Iridium)	
جنوب أفريقيا	88.9%
زمبابوي	8.1%
روسيا الاتحادية	2.9%
بلدان أخرى	0.1%

الليثيوم (3 Li Lithium)	
أستراليا	46.9%
شيلي	30.0%
الصين	14.6%
الأرجنتين	4.7%
البرازيل	1.6%
بلدان أخرى	2.2%

النحاس (29 Cu Copper)	
شيلي	23.6%
بيرو	0.0%
جمهورية الكونغو الديمقراطية	0.0%
الصين	8.6%
الولايات المتحدة	5.9%
روسيا الاتحادية	4.5%
إندونيسيا	4.1%
أستراليا	3.7%
زامبيا	3.5%
المكسيك	3.3%
كازاخستان	2.6%
كندا	2.4%
بولندا	1.7%
بلدان أخرى	16.1%

* أحدث البيانات المتاحة حتى عام 2023.

المصدر: (هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية ووزارة الداخلية الأمريكية 2023. جي آر سي 2020).

الشكل 3.2 بلدان التصنيع الرئيسية لمجموعة مختارة من المعادن

النيكل	28 Ni Nickel
إندونيسيا	39.8%
الصين	23.9%
اليابان	5.0%
روسيا الاتحادية	4.4%
كندا	3.7%
أستراليا	3.6%
بلدان أخرى	19.6%

البلاتينيوم	78 Pt Platinum
جنوب أفريقيا	71.2%
زيمبابوي	8.6%
أمريكا الشمالية	4.6%
روسيا الاتحادية	11.8%
بلدان أخرى	3.8%

الليثيوم	3 Li Lithium
الصين	58%
شيلي	29%
الأرجنتين	10.0%
بلدان أخرى	3.0%

المنغنيز	25 Mn Manganese
الصين*	93%
بلدان أخرى*	7%

النيوديميوم	60 Nd Neodymium
الصين	88.0%
ماليزيا	11.0%
إستونيا	1.0%

الديسبروسيوم	66 Dy Dysprosium
الصين	100%

الجرافيت	6 C Carbon
الصين*	100%

الإيريديوم	77 Ir Iridium
جنوب أفريقيا	90.0%
زيمبابوي	8.0%
روسيا الاتحادية	2.0%

الكوبالت	27 Co Cobalt
الصين	70.0%
إندونيسيا	18.0%
فنلندا	11.0%
بلدان أخرى	1.0%

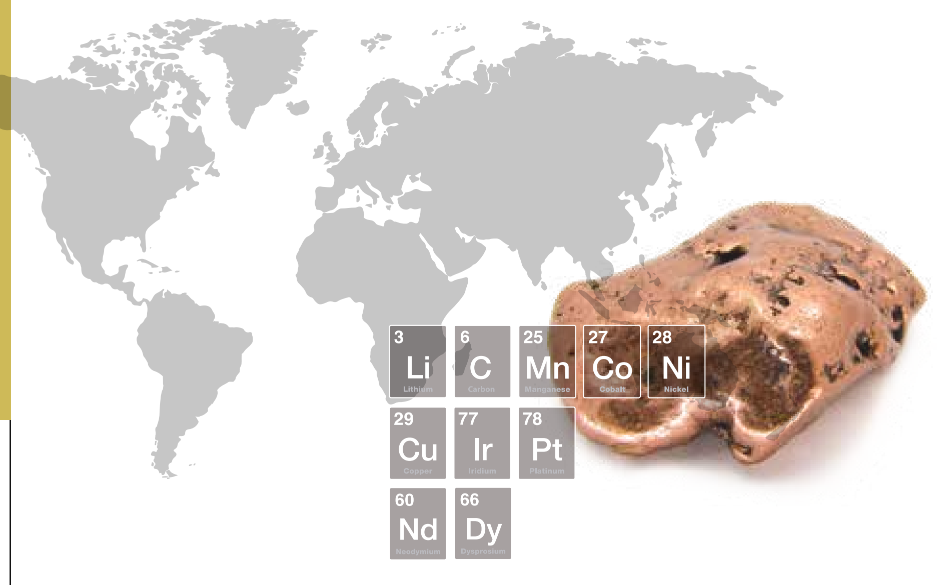
النحاس	29 Cu Copper
الصين	42.3%
شيلي	8.1%
جمهورية الكونغو الديمقراطية	6.5%
اليابان	6.2%
الولايات المتحدة الأمريكية	3.9%
روسيا الاتحادية	4.2%
كوريا	2.5%
ألمانيا	2.4%
بولندا	2.3%
بلدان أخرى	21.6%

المصادر: هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية وآخرون. WPIC، الأنجلو أمريكان (2022)، إمبلاتس (2022)، إريكسون (2022)، ليدليو (2022). مرصد التعقيد الاقتصادي (2023)، Mitchell and Deady (2021)، (Mining.com (2021)، إن في إم (2021)، كيو واي ريسيرتش (2023)، آيرينا (a2022)، ستاندرد آند بورز (2023).

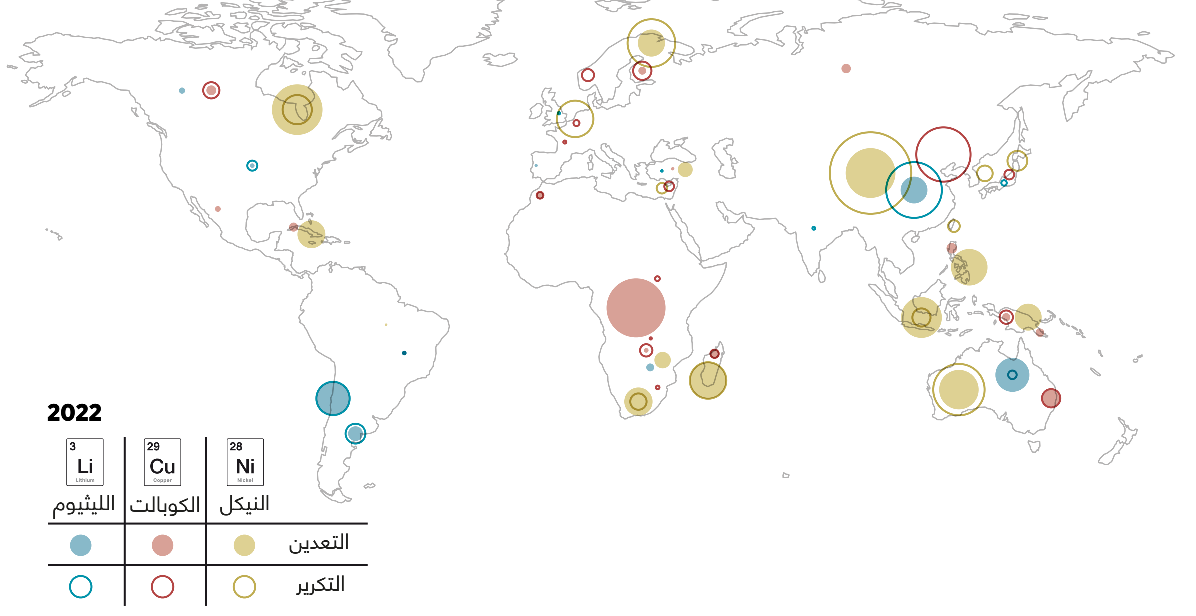
* أحدث البيانات المتاحة اعتباراً من عام 2023؛ أمريكا = كندا والمكسيك والولايات المتحدة؛ * 2021.

يترتّب على هيمنة أيّ دولة في مجال المعادن تحدياتٌ كبيرة على أمن الموارد والديناميكيات الجيوسياسية. ومن المتوقع أن تستفيد البلدان الغنية بالمعادن من الطلب المتزايد على المواد الخام الحرجة؛ وتشكّل الزيادة المتوقعة في الطلب فرصةً مهمة لجعل سلاسل القيمة الحالية أكثر مرونة، مما يعود بالنفع على الميزانيات العمومية الوطنية ودعم التحول العالمي إلى اقتصاد منخفض الكربون (انظر الشكلين 4.2 و5.2). فعلى سبيل المثال، تتوقع الحكومة الأسترالية أن تعادل صادرات الليثيوم والمعادن الأساسية قيمة صادراتها من الفحم بحلول 2028-2027 (بحسب عضو البرلمان وزيرة الموارد الأسترالية، الموقرة مادلين كينج – قسم الأخبار الصحفية 2023). ويمكن لتنويع عمليات التصنيع في الدول التي تمتلك مصادر وفيرة للطاقة المتجددة أن يقلل من الانبعاثات الكربونية؛ حيث تستكشف بعض الدول مثل شيلي، التي لديها موارد وفيرة من الطاقة الشمسية، إمكانية استخدام الطاقة الشمسية في عمليات إزالة الكربون عند تكرير النحاس (لينج، 2022). وتستقطب غرب أستراليا، وهي منطقة غنية بالطاقة المتجددة، استثمارات جديدة في مشاريع تعدين المواد الخام الحرجة بما في ذلك ثلاث منشآت لمعالجة العناصر الأرضية النادرة وثلاثة مرافق لمعالجة الليثيوم (انظر الشكل 4.2) (حكومة أستراليا الغربية، 2022).

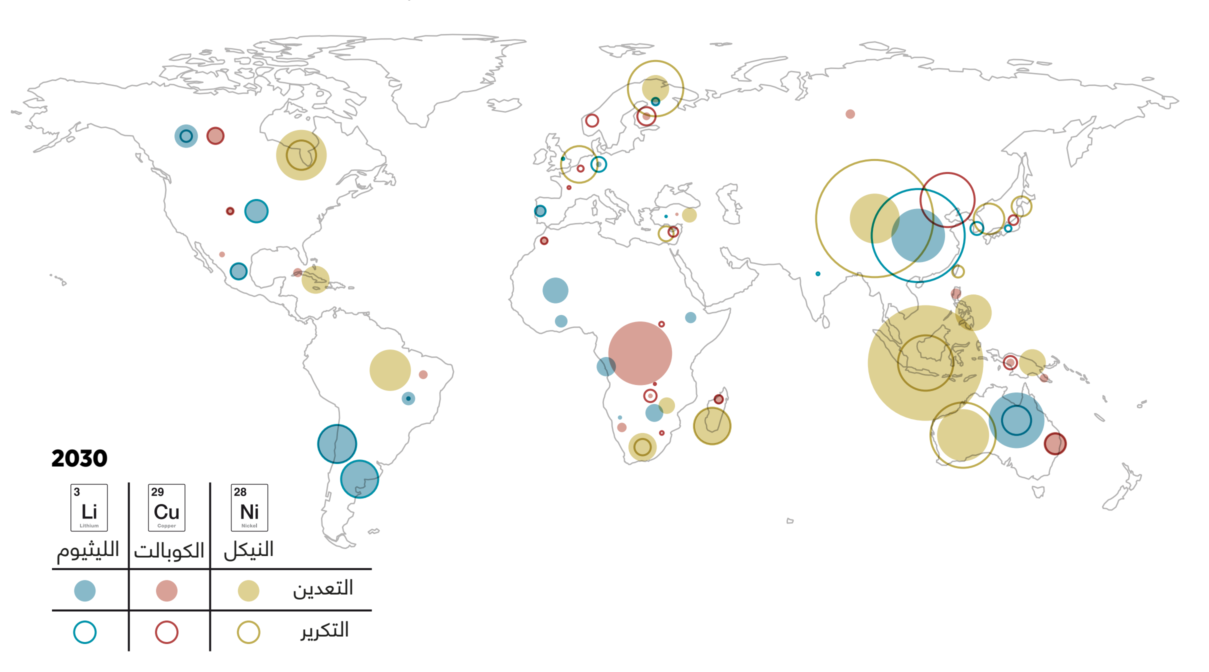
وتتوزع الاحتياطات العالمية من المعادن الحرجة بشكل أكثر توازناً من التوزع الحالي لإنتاجها، الأمر الذي يفتح الفرص أمام تنويع الإمدادات. ولا تزال أجزاء واسعة من القشرة الأرضية، وخاصة في البلدان النامية، غير مستكشفة بعد. وعلى سبيل المثال، استقطبت أفريقيا، التي تبلغ مساحتها حوالي 20% من مساحة اليابسة العالمية، حوالي 14% فقط من حجم الاستثمارات العالمية في مجال التنقيب عن المعادن (إريكسون آند أولوف، 2019). ولا تتطلب معالجة هذا الوضع زيادة الإنفاق العالمي على عمليات الاستكشاف والتنقيب فحسب، بل تستوجب كذلك جمع وتبادل بيانات الموارد المعدنية عبر القارات بشكل مستمر (انظر الإطار 1.2). وفي الوقت الحاضر، تنحصر معظم هذه الأعمال في الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD). وكمثال على ذلك، تعاونت هيئات المسح الأسترالية والكندية والأمريكية على إطلاق مبادرة "تحديد توزع المعادن الحرجة" التي شملت أكثر من 60 دولة. ويمكن للعمليات الجيولوجية في الدول غير الأعضاء في المنظمة أن تستفيد من التعاون الإقليمي والعالمي. ومن الأمثلة على ذلك "رؤية الاتحاد الأفريقي للتعدين" التي تم إطلاقها في عام 2009، التي تواجه قيوداً تحول دون تحقيق إمكاناتها الكاملة بسبب نقص الموارد (أوشي، 2017).



الشكل 4.2 إمدادات التعدين والتكرير لمجموعة مختارة من المواد الخام الحرجة، 2022



الشكل 5.2 توقعات إمدادات التعدين والتكرير لمجموعة مختارة من المواد الخام الحرجة، 2030



المصدر: (بلومبرج لتمويل الطاقة الجديدة، 2023)

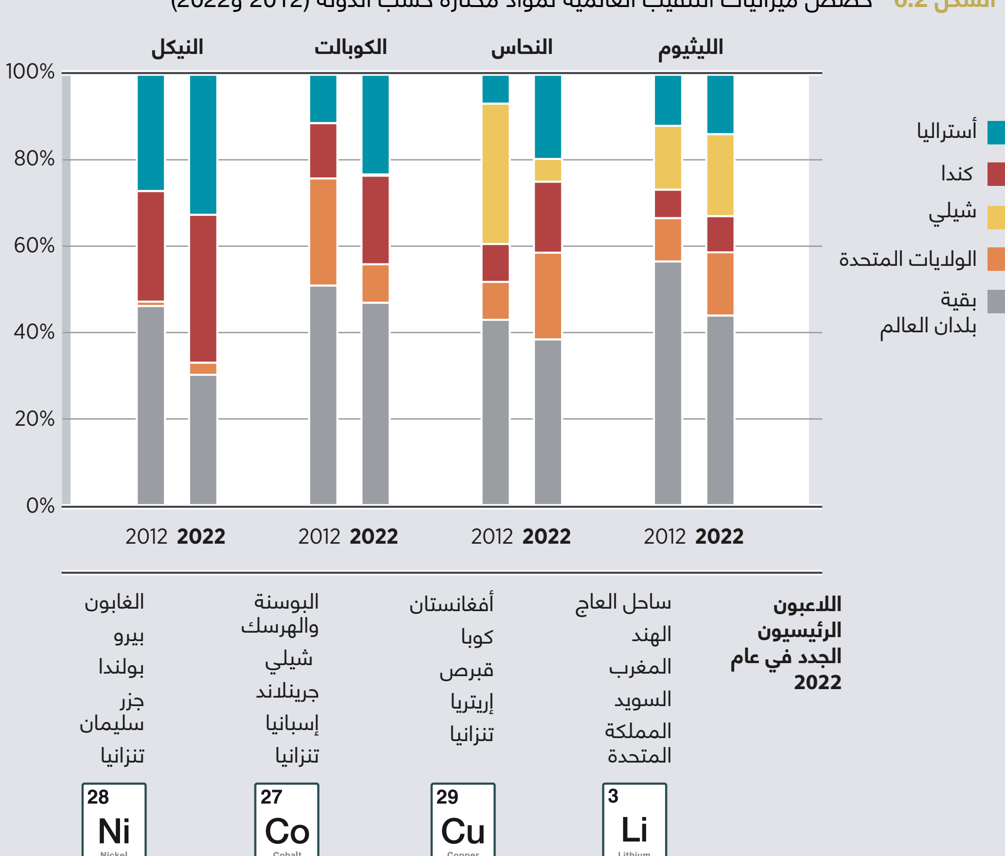
إخلاء المسؤولية: تم إدراج الخريطة لأغراض توضيحية فقط. الحدود الموضحة في الشكل لا تقر أو تدل ضمناً على موافقة الوكالة.

الإطار 1.2 ميزانية التنقيب عن المعادن

تشير ميزانية التنقيب إلى الأموال المخصصة لتحديد الثروات المعدنية المحتملة في منطقة ما. وبالطبع، فليس من الضروري أن تثمر مشاريع التنقيب عن إنشاء منجم جديد. وإن حدث ذلك، فالأمر يستغرق سنوات عدة من الاستكشاف للوصول إلى مرحلة إنشاء المنجم.

وتشكل دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) المصدر الرئيسي لتمويل ميزانية التنقيب عن المعادن المختارة، وتتصدرها أستراليا وكندا و شيلي والولايات المتحدة التي زادت ميزانيات التنقيب الخاصة بها خلال السنوات الـ10 الماضية بعد استكشاف النيكل، والكوبالت والليثيوم والنحاس (أنظر الشكل 6.2). فيما زادت الصين وفيتنام ميزانياتها المخصصة للتنقيب عن النيكل؛ وخصصت دولٌ أخرى حصة أكبر من ميزانياتها للتنقيب عن الكوبالت (جمهورية الكونغو الديمقراطية والمغرب وزامبيا)، والليثيوم (بيرو وألمانيا وزيمبابوي)، والنحاس (جمهورية الكونغو الديمقراطية والإكوادور). وتتصدر جنوب أفريقيا القائمة في حجم الميزانية المخصصة للتنقيب عن البلاتينيوم، كما زادت زيمبابوي ميزانيتها المخصصة لذلك في السنوات الأخيرة.

الشكل 6.2 حصص ميزانيات التنقيب العالمية لمواد مختارة حسب الدولة (2012 و2022)



*مملكة الدنمارك

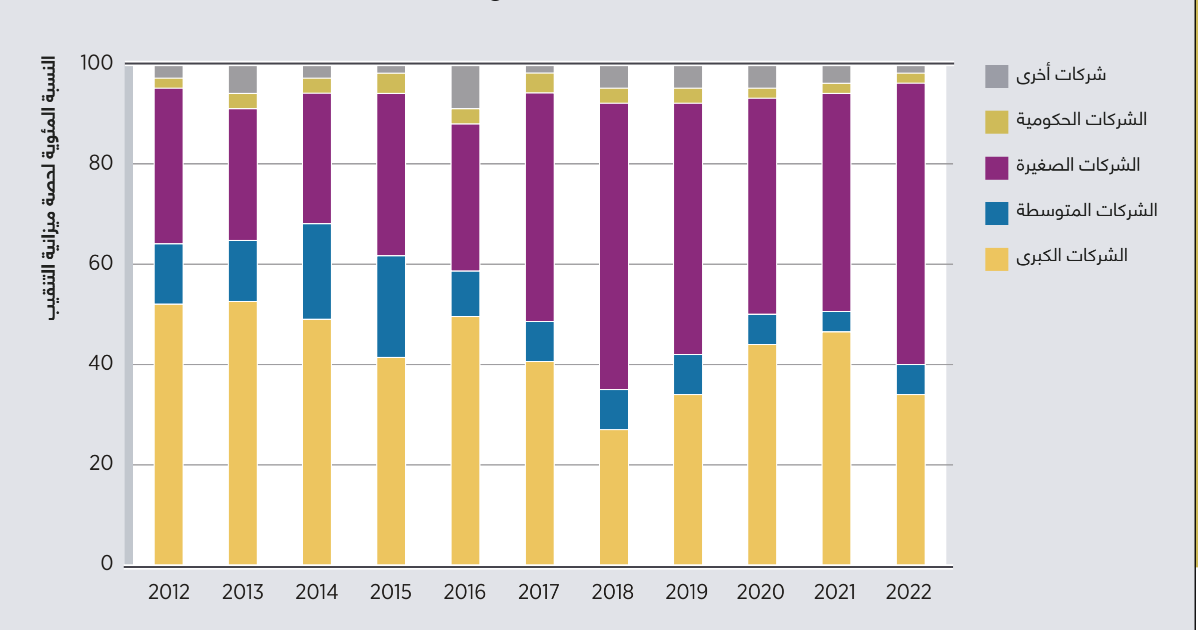
المصدر: (ستاندرد آند بورز، 2023).

يتبع في الصفحة التالية ◄

الإطار 1.2 ميزانية التنقيب عن المعادن (تتمة)

ولا يستثمر قطاع التعدين بشكل كافٍ في عمليات التنقيب؛ فبين عامي 2012 و2022، نمت حصة شركات التعدين الصغيرة من ميزانيات التنقيب العالمية من 31% إلى 56% فيما يتعلق بمواد تصنيع المهبط الكهربائي (كاثود – Cathode) للبطاريات (الليثيوم والكوبالت والنيكل)، بينما تقلصت حصة الشركات الكبرى من 52% إلى 34% خلال الفترة نفسها. واستقرت حصة الحكومات في ميزانيات التنقيب عند حوالي 6%. (انظر الشكل 7.2)

الشكل 7.2 حصة ميزانية التنقيب العالمية لمواد مختارة حسب نوع الاستثمار (2012 و2022)



المصدر: (بيانات ستاندرد آند بورز، 2012 – 2022).

روّاد قطاع التعدين

يسيطر على قطاع التعدين عدد قليل من الشركات الكبيرة متعددة الجنسيات والمؤسسات المملوكة للدولة، التي تزاول نشاطها في دول عدة موظّفةً الموارد والمهارات اللازمة لتطوير مناجم كبيرة. وتسيطر هذه الشركات الكبرى والمؤسسات الحكومية على جزء كبير من الإنتاج والتجارة العالميين، حيث تستحوذ أكبر خمس شركات تعدين على 61% من إنتاج الليثيوم و56% من إنتاج الكوبالت (انظر الشكل 8.2).

الشكل 8.2 الحصة السوقية لشركات التعدين الكبرى في مجموعة مختارة من المواد (2021)

27 Co Cobalt
الكوبالت
0.13 ميجا طن
47% ـركات أخرى
22% جلينكور
11% سي إم أو سي
11% المجموعة الاقتصادية الأوروآسيوية
9% جيكامين

78 Pt Platinum
البلاتينيوم
201 طن
33% سيباني ستيل ووتر
21% شركات أخرى
6% نورثام بلاتينيوم
18% الشركة الأنجلو أمريكية للبلاتين
12% إمبالا للبلاتين
10% نوريلسك

28 Ni Nickel
النيكل
1.45 ميجا طن
14% نوريلسك
13% جلينكور
55% ـركات أخرى
7% فالي
6% مجموعة جينتشوان
5% بي تي فالي إندونيسيا

3 Li Lithium
الليثيوم
0.56 ميجا طن
21% ألبيمارل
37% شركات أخرى
19% سوسيداد كيمي
واي مينيرا دي تـ
7% تيانكي ليثيوم
9% بيلبارا مينيرالز
7% أولكيم

المصدر: (ستاندرد آند بورز، 2023).
ملاحظة : أ) إجمالي الإنتاج العالمي بالميجا طن (Mt) والأطنان (t) لكل معدن.
ب) ترمز الاختصارات إلى جانب أسماء الشركات إلى الدول التالية: الأرجنتين AR أستراليا AU البرازيل BR جمهورية الكونغو الديمقراطية CD سويسرا CH شيلي CL الصين CN إندونيسيا ID

يمكن أن تؤثر هيكلة ملكية شركة التعدين على مدى تحملها للمخاطر والبيئات التي تعمل فيها. فقد تكون الشركات المملوكة للدولة أكثر استعداداً للاستثمار في بيئات أكثر خطورة قد تتجنبها الشركات المدرجة في البورصة. مثال بارز على ذلك هي الشركات المملوكة للصين، التي تحظى بحضور بارز في صناعة التعدين في أفريقيا، بما في ذلك في البلدان التي قد تسبب المخاطر الحقيقية أو المتصوّرة فيها تخوّف المستثمرين الآخرين (أيوك وآخرون، 2020).

بعض أكبر الشركات في سلسلة قيمة صناعة المعادن والتعدين تكون متكاملة رأسياً، مما يعني أنها تعمل عبر مراحل متعددة من سلسلة القيمة (مثل بي إتش بي، وريو تينتو، وفريبورت-ماكموران). بينما تتخصص شركات أخرى في مراحل معينة. على سبيل المثال، تخصص بعضها في استخراج المعادن، ولكن ليس لديها مرافق لمعالجتها أو تكريرها، وتتخصص شركات أخرى في تكرير المواد الخام إلى المعادن، ولكن ليس لديها مرافق لتعدين أو معالجة المعادن. وتتخصص العديد من شركات إعادة التدوير في جمع ومعالجة أنواع محددة من مواد النفايات بدلاً من العمل عبر باقي أجزاء سلاسل القيمة.

يغير تحول الطاقة استراتيجيات الشركات وسلاسل القيمة في صناعة التعدين. فعلى سبيل المثال، تقوم شركة بي إتش بي (BHP)، أكبر شركات التعدين من حيث القيمة السوقية في العالم، بسحب استثماراتها في مجال النفط والغاز وتثبت نفسها كشركة تعدين تركز على تحول الطاقة (كيجن، 2021). كما أدى الطلب المتزايد على المواد الخام الحرجة إلى جذب شركات من خارج صناعة التعدين التقليدية. فمثلاً تقوم تسلا، شركة تصنيع السيارات الكهربائية، ببناء مصفاة ليثيوم في تكساس وتسعى إلى توسيع نطاقها في صناعة التعدين ومعالجة المعادن (أغاتي، 2023). وتحرص بعض شركات التعدين على الاستثمار في أعمال جديدة مرتبطة بتحول الطاقة، فعلى سبيل المثال، قامت مجموعة فورتسكيو للمعادن بإنشاء وحدة جديدة للاستثمار في الطاقة المتجددة والهيدروجين الأخضر والأمونيا الخضراء.

تداول المعادن

على عكس السلع الأساسية مثل النفط، لا يتم تداول العديد من المعادن الانتقالية على نطاق واسع في بورصات التداول. ما عدا النحاس، فهو استثناء ويتم تداوله على نطاق واسع في أسواق العقود الآجلة والفورية. وتباع سلع أخرى متخصصة مثل الكوبالت والليثيوم و العناصر الأرضية النادرة بشكل أساسي من خلال عقود ثنائية تم التفاوض عليها بين المنتجين والمستهلكين (البنك الدولي، 2022). وتواجه تداولات بعض المعادن التحديات بسبب انخفاض السيولة وتباين المنتجات، مما يعوق تطوير أدوات التحوط الفعالة (أزفيدو وآخرون، 2018).

وتم إنشاء بعض البورصات المتخصصة بتداول المعادن والمواد. مثال على ذلك، هو بورصة المعادن في لندن (LME)، التي تأسست في عام 1877 من قبل التجار والممولين لتسهيل التداول الدولي للمعادن. وأصبحت العقود لمدة ثلاثة أشهر هي العقود الآجلة الأساسية المتداولة في بورصة المعادن في لندن، نظراً لأن المعادن تستغرق ثلاثة أشهر للوصول من شيلي (النحاس) وماليزيا (القصدير) (بوشان وإيرنغتون، 2018).

وما تزال بورصة المعادن في لندن أهم منصة لتداول المعادن في العالم حتى يومنا هذا، حيث تحدد الأسعار العالمية المرجعية للمواد الحرجة مثل النحاس والنيكل والكوبالت[3]. وتسهل منصة بورصة المعادن في لندن التداول اليومي لأكثر من 60 مليار دولار أمريكي في العقود الآجلة (بورتون، 2022)، وتشهد المعادن والمواد التي يتم تداولها على البورصة توسعاً مستمراً (الجدول 1.2). على سبيل المثال، بدأت بورصة المعادن في لندن تداول النحاس في عام 1877، تلاها النيكل في عام 1979، والكوبالت في عام 2010، والليثيوم في عام 2021 (الجدول 2.2) (بورصة لندن للمعادن، 2023).

3 توجد العديد من البورصات الأخرى، بما في ذلك بورصة نيويورك للسلع الأولية، وبورصة شانغهاي للمعادن، وبورصة طوكيو للسلع.

الجدول 1.2 المواد الرئيسية وسنة إدخالها للتداول في بورصة لندن للمعادن

Commodity		Year
Copper	29 Cu Copper	1877
Nickel	28 Ni Nickel	1979
Tin	50 Sn Tin	1989
Cobalt	27 Co Cobalt	2010
Molybdenum	42 Mo Molybdenum	2010
Lithium	3 Li Lithium	2021

كما يتم تداول العقود الآجلة والمشتقات في بورصات أخرى أصغر حجماً أيضاً، بما في ذلك بورصة شنغهاي للعقود الآجلة وبورصة دبي للذهب والسلع. وتم تقديم عقود الكوبالت والليثيوم مؤخراً في بورصات المعادن، ولكنها لم تحظ بقبول واسع كأدوات للتحوط من قبل المشاركين في الصناعة. وتواجه الشركات التي تسعى للتحوّط ضد تعرّض هذه المعادن الحرجة للمخاطر تحدياً، فعلى سبيل المثال، شركات تصنيع السيارات التي ترغب في تثبيت أسعار الليثيوم (ساندرسون، 2021). وتلعب بورصات المعادن دوراً حاسماً في تحديد مؤشرات الأسعار، حيث من السهل الوصول إلى معلومات سعر واضحة للمعادن المتداولة على نطاق واسع في البورصات. وفي المقابل، من الصعب تحديد السعر الفعلي المتفق عليه للمعادن التي يتم تداولها غالباً مباشرة بين الأطراف وليس على نطاق واسع في البورصات. وفي حين تتخصص بعض الشركات في نشر قوائم الأسعار، فإنها تعتمد على إفصاح المشترين والبائعين طواعية عن أسعارهم، التي قد لا تكون دائماً في الوقت الفعلي أو موثوقة. تعطي هذه الحالة لشركات التداول ميزة كبيرة حيث يتاح لهم الوصول إلى أسعار السوق الحقيقية للمعادن وكذلك المعلومات ذات الصلة بالمعاملات.

تجار السلع

يلعب التجار المستقلون دوراً رئيسياً نظراً لطبيعة تشتت بعض أسواق المعادن وبُعد بعض المنتجين (الجدول 2.2). وبصرف النظر عن الشركات التي تتاجر بالسلع الأساسية، جذبت أسواق المعادن في كثير من الأحيان اهتماماً كبيراً من المستثمرين، بما في ذلك صناديق التحوّط، والمصارف الاستثمارية، وصناديق مؤشرات السلع (همفريز، 2011). وفي أغلب الأحيان لا ينتج أو يستخدم هؤلاء التجار والمضاربون السلع بشكل مباشر، ولكنهم يلعبون دوراً في التوفيق بين المنتجين والمستهلكين في أجزاء مختلفة من السوق. وفي السنوات الأخيرة، واجه تجار السلع إنذارات من أجل إجراء مزيد من الرقابة والتنظيم (بلاس، 2022).

الجدول 2.2 أهم شركات تجارة السلع حسب الإيرادات

الشركة	تاريخ التأسيس	المقر	الإيرادات (2022) بالمليار دولار	السلع الأساسية المتداولة	وضع الشركة فيتول
فيتول	1966	جنيف، سويسرا	505	النفط الخام وزيت الوقود والبنزين ونواتج التقطير المتوسطة والنافثا والميثانول والإيثانول والمواد الكيميائية وغاز البترول المسال والغاز الطبيعي والغاز الطبيعي المسال وانبعاثات الكربون والفحم وخام الحديد والطاقة والألومينا والزيوت الأساسية والبيتومين	خاصة
ترافيجورا	1993	سنغافورة	318.5	النفط الخام، زيت الوقود، نواتج التقطير المتوسطة، البنزين، النافثا، غاز البترول المسال، الغاز الطبيعي المسال، الديزل الحيوي، المكثفات، المواد الكيميائية، الفحم، خام الحديد، المركزات والخامات (النحاس، الرصاص، الزنك، الألومينا، البلستر، النيكل، القصدير، الكوبالت)، المعادن المكررة (النحاس والألومنيوم والزنك والبلستر والنيكل والقصدير والكوبالت)	عامة محدودة
جلينكور	1974	بار، سويسرا	255.9	النحاس والزنك والرصاص والنيكل والسبائك الحديدية والألومينا والألمنيوم وخام الحديد والكوبالت والفحم والزيت والمنتجات النفطية والقمح والذرة والكانولا والشعير والأرز وبذور الزيت والأطعمة وزيوت الطعام والوقود الحيوي والقطن والسكر	عامة محدودة
جنفور	2000	جنيف، سويسرا	150	النفط الخام والوقود الثقيل والمواد الأولية ونواتج التقطير المتوسطة والبنزين والنافثا وغاز البترول المسال والوقود الحيوي والغاز الطبيعي والغاز الطبيعي المسال وانبعاثات الكربون والنحاس والألمنيوم والزنك والرصاص والقصدير والنيكل والمنغنيز والفولاذ والفحم وفحم الكوك وخام الحديد والأخشاب	خاصة
ميركوريا	2004	جنيف، سويسرا	174	النفط الخام، وزيت الوقود، ونواتج التقطير المتوسطة، والبنزين، والنافثا، والوقود الحيوي، والبتروكيماويات، والغاز الطبيعي، والغاز الطبيعي المسال، والطاقة، والفحم، وخام الحديد، والمنغنيز، والكروم، وانبعاثات الكربون، والمعادن الأساسية، وحبوب الأغذية والأعلاف، وبذور الزيت، والزيوت النباتية	خاصة

المصادر: (المواقع الإلكترونية للشركات المذكورة وترافيجورا، 2018، بوشان وآخرون، 2018).
ملاحظة: تأسست شركة جلينكور باسم Marc Rich and Co. AG.

التبعيات التجارية

يقدم هذه القسم تحليلاً لتدفقات التجارة الثنائية المتعلقة بالمواد الخام الحرجة. يُظهر الشكل 9.2 أهم تدفقات التجارة الثنائية من حيث القيمة لخمسة مواد لازمة في عام 2022: النحاس، والليثيوم، والمغنيسيوم، والنيكل، والبلاتينيوم. ويُظهر الشكل أن النحاس هو الأكثر قيمة تجارياً. ويوضح الرسم البياني أيضاً التنوع الجغرافي لبلدان التعدين، ولكنه يظهر أيضاً مدى أهمية التعدين لاقتصادات صغيرة نسبياً مثل شيلي وبيرو.

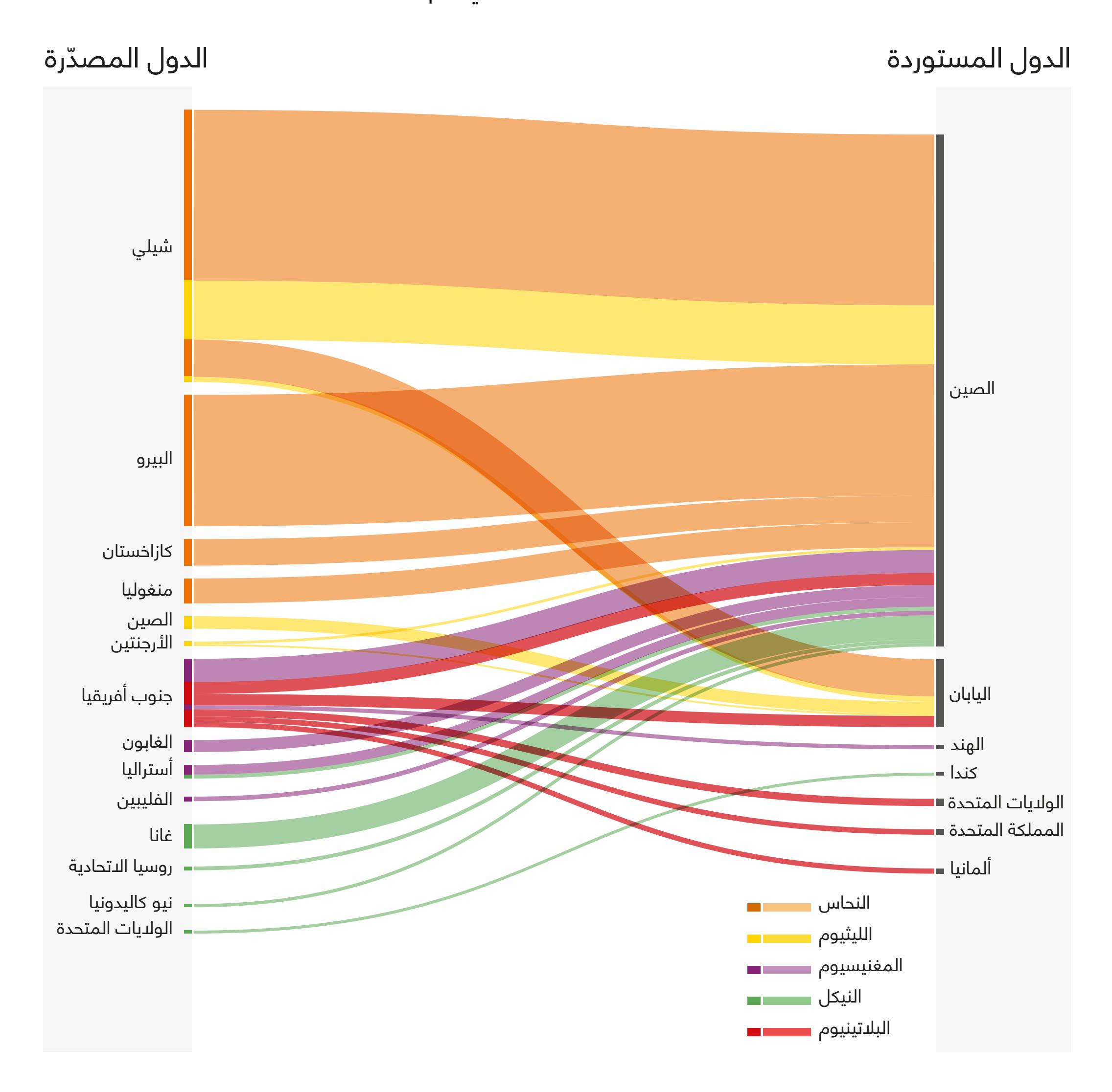
وأخيراً، تشير البيانات إلى أن الصين تعتبر من بين أكبر المستوردين، على الرغم من أنها تعتبر عادة مهيمنة على سلاسل توريد المواد الخام الحرجة. وهي أكبر مستورد للنيكل والنحاس والليثيوم والكوبالت و العناصر الأرضية النادرة الخام أو غير المصنعة في العالم. وبالتالي، تعتمد البلاد على الواردات للمدخلات، ولكنها تهيمن على أجزاء كبيرة من القدرة المتوسطة والنهائية للعديد من المواد الخام الحرجة.

ومن الضروري مراعاة ثلاثة تحفظات عند دراسة التبعيات التجارية (نصار وآخرون، 2015). أولاً، في إحصاءات التجارة، يتم في بعض الأحيان تنسيب عمليات الاستيراد فقط إلى بلد الشحنة الأخيرة بدلاً من البلد الذي تم فيه تعدين أو إنتاج المادة في الأصل. ثانياً، يمكن أن تكون المواد المعدنية المستوردة مضمنة في المنتجات النهائية وشبه النهائية المستوردة من بلد آخر، مما يحجب الاعتماد الحقيقي على الواردات والتعرض لاضطرابات التوريد الأجنبي. فعلى سبيل المثال، يتم تضمين النيوديميوم وغيرها من المعادن النادرة في المغانط الدائمة؛ وبالتالي، فإن أي بلد يستورد هذه المغانط لا يزال عرضة لاضطرابات في إمدادات العناصر الأرضية النادرة. ثالثاً، يمكن للشركات الأجنبية أن تمتلك وتسيطر جزئياً أو كلياً على الأصول المعدنية والعمليات. على سبيل المثال، تمتلك الشركات الصينية حصصاً في مشاريع الليثيوم في أستراليا و شيلي، وتمتلك ودائع للعناصر الأرضية النادرة في جرينلاند4، وتمتلك عمليات الكوبالت في جمهورية الكونغو الديمقراطية وبابوا غينيا الجديدة وزامبيا. فعند احتساب حصص الشركات الصينية، أظهرت الأبحاث زيادة تتراوح بين 2% إلى 14% في حصة إنتاج الكوبالت العالمي وزيادة تتراوح بين 11% إلى 33% في المواد الوسيطة للكوبالت (غولي، 2022). والأصول المعدنية الأجنبية مملوكة أيضاً لشركات في الولايات المتحدة، وبريطانيا، وكندا، واليابان، وكوريا، ودول أخرى.


4 مملكة الدانمارك



الشكل 9.2 تدفقات التجارة الثنائية حسب القيمة لبعض المواد في عام 2022



المصدر: (قاعدة البيانات الإحصائية لتجارة السلع الأساسية للأمم المتحدة، 2023).

ملاحظات: تشير جميع البيانات إلى الخامات والمركّزات غير المصنعة، باستثناء الليثيوم، حيث نعتمد على بيانات كربونات الليثيوم وأكسيد الليثيوم والهيدروكسيد. تم استخدام بيانات الاستيراد ولم يتم تضمين سوى دول الاتحاد الأوروبي بشكل فردي.



2.2 مخاطر التوريد ونقاط الضعف

جميع البلدان تقريباً مُعرّضة لانقطاعات غير متوقعة في الإمدادات بسبب عدم تحقيق الاكتفاء الذاتي لديها من جميع المواد. وحتى البلدان التي لديها قاعدة تصنيع أصغر تكون عرضة للاضطرابات التجارية. ورغم أنها قد لا تعتمد بشكل كبير على الاستيراد المباشر للمواد الخام، إلاّ أنها تعتمد على سوق عالمية فاعلة للمواد والتقنيات الحيوية لأنها تستورد أجزاءً أو سلعاً مُصنّعة بالكامل (مثل وحدات ألواح الطاقة الشمسية) لمنشآت الطاقة المتجددة (باترسون، 2018).

ويؤثر خطر تعطل سلسلة التوريد بشكل مباشر على الشركات التي تستخدم المعادن المستوردة أو السلع المُصنّعة بالكامل لتصنيع ألواح الطاقة الشمسية وتوربينات الرياح والبطاريات. ومع ذلك، يمكن أن تتأثر العديد من القطاعات بانقطاع الإمدادات، الذي قد ينعكس سلباً على الاقتصاد بشكل عام. ويمكن أن يكون التأثير واسع النطاق؛ نظراً لاعتماد قطاعات متعددة - من الصناعة والبنية التحتية الرقمية إلى الزراعة - على المعادن والسلع المعدنية في تصنيع السلع.

ويُقاس احتمال حدوث انقطاع الإمدادات ومدى التعرّض له باستخدام مؤشرات مختلفة. وقد حددت إحدى المراجعات ما لا يقل عن 30 مؤشراً لمخاطر التوريد (شريفرز وآخرون، 2020). ويمكن أيضاً إجراء تقييمات المخاطر على عدة مستويات، بما في ذلك بالنسبة إلى دولةٍ واحدة أو مجموعة دول والشركات والمنتجات والقطاعات الاقتصادية.

ويعرض الشكل 10.2 ستة مصادر لمخاطر توريد المواد الخام الحرجة. ورغم أن القائمة ليست شاملة، فإنها تغطي بعض المخاطر الجيوسياسية التي نوقشت على نطاق واسع لتوريد المواد الخام الحرجة على المدى القصير إلى المتوسط (أي من خمس إلى عشر سنوات)، ولا سيما بالنسبة للدول التي تعتمد إلى حدٍ كبير على الواردات (نصار وآخرون، 2020). ويناقش الفصل الثالث أنواع أخرى من المخاطر، مثل: المخاطر البيئية والاجتماعية.

ويتعين تقييم المخاطر الجيوسياسية مع الأخذ في الاعتبار بعض التوجهات الهيكلية التي يمكن أن يكون لها آثار طويلة الأجل على توفر السلع المعدنية. وتشمل هذه التوجهات التركيز الجغرافي للتعدين والتصنيع، وانخفاض درجات خام المعادن، والنطاق المحدود لإعادة تدوير المواد بعد انتهاء عمرها، والاعتماد على المنتجات الثانوية للعديد من المعادن الحرجة، ومحدودية إمكانيات الاستبدال على المدى القصير لمواد محددة (نصار وآخرون، 2020). ويمكن لهذه العوامل الهيكلية أن تسهم في تضخيم التأثير، وفي بعض الحالات، احتمالية ظهور مخاطر التوريد الجيوسياسية التي نوقشت أعلاه.

الشكل 10.2 المخاطر الجيوسياسية الرئيسية لتوريد المواد للمعادن

1	**الصدمات الخارجية**	الكوارث الطبيعية، والأوبئة، والحروب، وحوادث المناجم، وما إلى ذلك.
2	**التحكم الوطني بالموارد**	النزاعات الضريبية، وانتزاع الملكية، وتدقيق الاستثمارات الأجنبية، وما إلى ذلك.
3	**القيود المفروضة على الصادرات**	حصص التصدير، وضرائب التصدير، والحد الأدنى الإلزامي لأسعار التصدير، والترخيص، وما إلى ذلك.
4	**تكتلات قطاع المعادن**	تنسيق الإنتاج، والتسعير، وتخصيص الأسواق، وما إلى ذلك.
5	**انعدام الاستقرار السياسي والاجتماعي**	الإضرابات العمالية، والعنف، والفساد وما إلى ذلك.
6	**التلاعب في الأسواق**	ارتفاع حاد قصير الأجل، واحتكار السوق، والغش، والتداول من الداخل، وما إلى ذلك.

1 الصدمات الخارجية

إن سلاسل توريد المواد الخام الحرجة العالمية، المترابطة، مُعرّضة للاضطرابات التي قد تكون ناجمة عن عوامل طبيعية، مثل الزلازل، أو يمكن أن تنتج عن عمل بشري، إما عن قصد (مثل النزاعات التجارية) أو بدون قصد (مثل انقطاع التيار الكهربائي). وخلال السنوات الماضية، على سبيل المثال، اضطربت سلاسل توريد المواد الخام العالمية نتيجة عوائق مثل جائحة كوفيد19-، والحرب في أوكرانيا، وأزمة الطاقة العالمية.

أدت جائحة كوفيد19- في عام 2020 إلى إغلاق اقتصادات بأكملها، مما أدى إلى انخفاض حاد في الطلب العالمي على المعادن. وفي الوقت ذاته، تعطلت الإمدادات بسبب إغلاق مئات المناجم والمصاهر ومصافي النفط. فعلى سبيل المثال، أغلقت بيرو، التي تمثل 12% من إمدادات النحاس في العالم، جميع مناجمها بين مارس وأوائل يونيو من عام 2020 - وهي أطول فترة إغلاق للمناجم بتفويض من الحكومة (يو وآخرون، 2021). وأدى إغلاق منجم في جنوب أفريقيا لمدة 21 يوماً إلى تعطيل 75% من إمدادات البلاتينيوم في العالم (نجيني وبيشوفيل، 2020).

ورغم تعافي أسواق المعادن بسرعة من انهيار الأسعار والطلب الأولي في مارس 2020، إلا أنها واجهت العديد من الاضطرابات الرئيسية منذ ذلك الحين. وجاءت إحدى الصدمات الرئيسية في شكل أزمة الطاقة العالمية 2021-2022. وخلال النصف الثاني من عام 2021، على سبيل المثال، تم إغلاق مصانع المغنيسيوم الصينية جزئياً بسبب نقص إمدادات الطاقة الناتج عن أزمة الطاقة التي تعرضت لها البلاد. ونظراً لأن الصين تمثّل حوالي 85% من إنتاج المغنيسيوم في العالم، فقد تردد صدى ذلك عالمياً، وارتفعت الأسعار بشكل كبير (هيوم، 2021). وكان هذا محسوساً بقوة ولا سيما في أوروبا، التي تعتمد على الصين في 95% من إمداداتها من المغنيسيوم. وحذرت مجموعات الصناعة الأوروبية من استنفاد وشيك للإمدادات، مما يهدد آلاف الشركات وعمالها (بيرتون، 2021). وبالمثل، في جنوب أفريقيا، أدى انقطاع التيار الكهربائي المتكرر منذ عام 2022 إلى الحد من إنتاج معادن مجموعة البلاتين (نجيني، 2023).

وشكّلت الحرب في أوكرانيا صدمة خارجية جديدة، فقد عطّلت توريد بعض السلع الأساسية، مثل النيكل والألمنيوم، وأدت إلى ارتفاع الأسعار، رغم أن أسواق المعادن ربما كانت أقل تأثراً بها من أسواق السلع الأساسية الأخرى، ولا سيما المواد الغذائية والطاقة. وقبل عام 2022، كانت أوكرانيا مصدراً رئيسياً للحديد الخام. وكان الاتحاد الروسي أكبر مُصدّر للحديد الخام واليورانيوم المُخصّب والبلاديوم والنيكل في العالم. كما استحوذ على حصة كبيرة من صادرات البلاتينيوم والألومنيوم المكرر. وقد استثنت العقوبات حتى الآن فرض قيود شاملة على استيراد المعادن الرئيسية، وبدلاً من ذلك فرضت رسوماً وتعريفات جمركية على واردات محددة. فعلى سبيل المثال، تم إعفاء شركة المعادن الروسية العملاقة "نوريلسك نيكل"، وهي مورد رئيسي للنيكل والبلاديوم، من العقوبات إلى حدٍ كبير (ماكدونالد، 2022). وبالنظر إلى المستقبل، فإن العقوبات التي تحد من الوصول إلى واردات التكنولوجيا المتقدمة يمكن أن تعيق شركات التعدين والتصنيع لأنها تعتمد على تراخيص المعدات والبرمجيات من الشركات الأجنبية (بلومبرج نيوز، 2022).

كما تتعرض أجزاء من سلسلة قيمة المواد الخام الحرجة للآثار المادية الناجمة عن تغير المناخ - بدءاً من ارتفاع مستوى سطح البحر ووصولاً إلى الظواهر الجوية الأكثر تواتراً وشدة. ويتم استخراج بعض المواد، مثل، النيكل والكوبالت والعناصر الأرضية النادرة، ومعالجتها في المناطق التي من المحتمل أن تكون أكثر عرضةً لهطول الأمطار الغزيرة والفيضانات. وخير مثال على ذلك ما حدث في عام 2020، عندما أدى فيضانٌ ’يحدث مرةً كل قرن’ في مقاطعة سيتشوان جنوب غربي الصين إلى إغلاق مصانع معالجة العناصر الأرضية النادرة وإتلاف مخزونها (دالي وزانج، 2020). ومن المُرجّح أن تتأثر أنشطة التعدين الأخرى بوضع الجفاف وندرة المياه. على سبيل المثال، تجري حوالي 50% من عمليات تعدين الليثيوم في مناطق الإجهاد المائي العالي. ونظراً لأن تعدين الليثيوم يحتاج كميات كبيرة من المياه، فقد يؤدي ذلك إلى حدوث صراعات حول استخدام المياه (الوكالة الدولية للطاقة، 2022).

2 التحكم الوطني في الموارد

خلال السنوات الماضية، قامت العديد من الحكومات بزيادة سيطرة الدولة على مواردها المعدنية لتعزيز فوائد الاستخراج أو معالجة آثاره الضارة. وقد تم تحقيق ذلك، على سبيل المثال، من خلال تعزيز النظام الضريبي، وإعادة التفاوض بشأن حقوق الملكية، وإنشاء شركات تعدين تعود ملكيتها للدولة، وتأميم صناعات المواد الخام الحرجة، وفرض القيود على الاستثمارات الأجنبية. ويمكن ملاحظة هذا التوجه لدى العديد من الدول، بما في ذلك أستراليا، وكندا، و شيلي، ومنغوليا، وناميبيا، وبيرو، وجنوب أفريقيا، وزامبيا، وغيرها.

ويمكن للسياسات الرامية إلى تنقيح حقوق الملكية، والوصول إلى الموارد الطبيعية أن تؤثر على الإمداد العالمي. فعلى سبيل المثال، أدى النزاع بشأن دفع الإتاوة إلى توقف الإمدادات من منجم "تينكي فونجوروم" للنحاس والكوبالت في جمهورية الكونغو الديمقراطية لعدة أشهر بعد منتصف عام 2022، الأمر الذي تسبب بتعطيل 15% من إمدادات الكوبالت في العالم (وايت آند هوك، 2023). وأثار إعلان شيلي في أبريل 2023 عن قرارها بتأميم صناعة الليثيوم القلق لدى بعض المحللين والمجموعات الصناعية، رغم أن التأثير طويل الأمد لذلك على التوريد العالمي غامض (انظر الإطار 2.2) (ديمبسي آند وايت، 2023).

ويُستخدم العنوان العريض "التحكم الوطني في الموارد" على نطاق واسع للتعبير عن هذا التوجه. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن المصطلح يضم مجموعة متنوعة من السياسات، ويحجب مجموعة معقدة من الدوافع التي يمكن أن تحرك هذه السياسات (وارد، 2009). ويُذكّرنا التوجه الأخير المتمثل في فرض لوائح تنظيمية أكثر صرامة على قطاع المعادن بما حدث في السبعينيات، عندما تبنت العديد من الدول الغنية بالمعادن، بما في ذلك الدول المستقلة حديثاً، سياسات تدخل الدولة وأنشأت شركات موارد طبيعية تملكها الدولة في قطاع المعادن، مع انخفاض أسعار السلع الأساسية في

فرضت المملكة المتحدة رسوماً إضافية بنسبة 35% على واردات النحاس والرصاص والنيكل والألومنيوم الأولي وسبائك الألومنيوم من روسيا (يرجى زيارة الرابط: www.lme.com/en/news/russian-sanctions). وفرضت الولايات المتحدة تعريفة جمركية على واردات الألومنيوم الروسي بنسبة 200% (يرجى زيارة الرابط: -www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/02/24/a- proclamation-on-ad justing-imports-of-aluminum-into-the-united-states-4/).

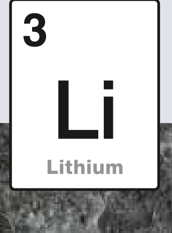
الثمانينيات والتسعينيات، وتحول الإجماع السياسي العالمي لصالح الأسواق غير المقيدة، واجتياح قطاع المعادن بموجة من التحرير وإلغاء القيود التنظيمية وخصخصة أصول الدولة (ديتشيه، 2014). وبحلول مطلع العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، لم يتبق سوى عدد قليل من شركات تعدين المعادن العائدة ملكيتها إلى الدولة. ففي عام 2005، على سبيل المثال، كانت الدولة تملك حصة أغلبية في ثلاث شركات فقط من بين أكبر 25 شركة لتعدين المعادن على مستوى العالم (كوديلكو في شيلي، وألروسا في الاتحاد الروسي، ودبسوانا في بوتسوانا). وكانت 18 شركةً من بين أكبر 25 شركةً لتعدين المعادن شركات خاصة بالكامل (الأونكتاد، 2007).

الإطار 2.2 استراتيجية شيلي بشأن الليثيوم

في أبريل 2023، أعلن غابرييل بوريك رئيس جمهورية تشيلي قرار بلاده بتأميم صناعة الليثيوم، حيث تملك شيلي أكبر مخزون احتياطي من الليثيوم في العالم، وتحتل المرتبة الثانية من حيث إنتاجه. وصرح الرئيس بوريك أن احتياطي بلاده من الليثيوم يمثّل "فرصة للتنمية الاقتصادية قد لا تتكرر على المدى القصير" وأن تأميم الصناعة سيمكّن الدولة من بناء " شيلي أكثر عدلاً وأكثر استدامة وأكثر ديمقراطية" (شارب، 2023). وتتطلع الحكومة إلى حماية التنوع البيولوجي، وتقاسم منافع التعدين مع المجتمعات الأصلية والمجتمعات المحيطة بها.

وفي الوقت الحاضر، تمارس شركتان أعمال التعدين في شيلي هما: " شركة الكيمياء والتعدين في شيلي (إس كيو إم)" و"ألبيمارل". وسيتم بموجب الخطة إنشاء شركة منفصلة تعود ملكيتها للدولة لإنتاج الليثيوم بشرط موافقة الكونغرس على ذلك. وتتوخى الخطة إصدار عقود الليثيوم المستقبلية من خلال عقد شراكات بين القطاعين العام والخاص، تمتلك الدولة حصة الأغلبية بموجبها (ستوت وبريان، 2023). كما لن تنهي الحكومة العقود الحالية (حكومة شيلي، 2023)، لكنها أعربت عن أملها في أن تكون الشركات مستعدة لمشاركة الدولة قبل انتهاء صلاحيتها. ومن المقرر حالياً أن ينتهي عقد شركة "إس كيو إم" في عام 2030 وعقد شركة "ألبيمارل" في عام 2043.

يشعر بعض المحللين بالقلق حيال أن التحكم الوطني بصناعة الليثيوم قد يمنع الشركاء المحتملين، ويحول الاستثمارات الأجنبية المباشرة إلى دول أخرى، ويؤثر سلباً على صناعة الليثيوم في شيلي وكذلك الإمداد العالمي (شبكة أخبار الابتكار، 2023؛ شارب، 2023). ومع ذلك، أشارت الحكومة إلى اتباع نهج تدريجي وعملي لإخضاع القطاع لسيطرة الدولة من خلال الشراكات. ولدى شيلي سجل إيجابي مع شركة "كوديلكو" الشيلية المملوكة للدولة، التي تأسست بعد تأميم تعدين النحاس الشيلي في عام 1971 خلال إدارة أليندي (مالون وبازيليان، 2023). وتعد شركة "كوديلكو" أكبر منتج للنحاس في العالم، ووفقاً لمركز الأبحاث الشيلي "سيندا"، فإنها تحقق أكثر من ثلاثة أضعاف الإيرادات الضريبية لكل وحدة إنتاج مقارنةً بالشركات الخاصة،(Mining.com، 2022).



كما زادت العديد من الدول التدقيق في الاستثمارات الأجنبية، ليس فقط في صناعة التعدين، ولكن عبر مختلف القطاعات (الأونكتاد، 2023). فعلى سبيل المثال، نفذت أستراليا وكندا مؤخراً لوائح أكثر صرامة بشأن الاستثمار الأجنبي في قطاعاتها للمعادن. وفي أستراليا، يخضع الاستثمار الأجنبي في قطاع التعدين للتدقيق من قبل مجلس مراجعة الاستثمارات الأجنبية، بينما وضعت الحكومة الكندية عملية جديدة لمراجعة تأثير الاستثمارات الأجنبية على الأمن الوطني. ويعكس هذا التوجه المتمثل في زيادة التدقيق الحكومي في الاستثمارات الأجنبية المخاوف بشأن الأمن الوطني، والاستدامة البيئية، والملكية المحلية والسيطرة على الموارد الطبيعية. ويقدم الجدول 3.2 بضعة أمثلة توضيحية تبين مواجهة الاستثمارات الأجنبية في قطاع التعدين لتدقيق متزايد عبر مختلف الولايات القضائية.

الجدول 3.2 أمثلة توضيحية لزيادة التدقيق في الاستثمارات الأجنبية في قطاع المعادن

الدولة	الوصف
أستراليا	في عام 2020، اعتمدت أستراليا لائحة تنظيمية جديدة لتنظيم الاستثمارات الأجنبية، التي تمنح صلاحيات استثنائية لمجلس مراجعة الاستثمارات الأجنبية تُمكّنه من رفض الاستثمارات لأسباب تتعلق بالأمن الوطني (السجل الفيدرالي للتشريعات، 2021).
كندا	في أكتوبر عام 2022، وضعت كندا سياسة جديدة تحد من الاستثمارات في قطاع المعادن الحيوي في الدولة للشركات الأجنبية التي تملكها الدولة ومستثمري القطاع الخاص الأجانب المرتبطين بشكل وثيق بالحكومات الأجنبية (حكومة كندا، 2022).
إندونيسيا	في عام 2009، أصدرت إندونيسيا قانوناً يلزم شركات التعدين الأجنبية ببيع حصص الأغلبية في المشاريع المشاركة فيها إلى كيانات محلية بعد عشر سنوات من الإنتاج (جمهورية إندونيسيا، 2009).
المكسيك	في أبريل 2022، أعلنت المكسيك تأميم صناعة الليثيوم رسمياً، مما منح الدولة حقوقاً حصرية للاستكشاف والاستخراج والاستخدام (الولايات المتحدة المكسيكية، 2022).
منغوليا	في عام 2019، أصدرت منغوليا قانوناً يجيز للحكومة الحصول على ما يصل إلى 50% من الرواسب المعدنية التي يعتبرها البرلمان ذات قيمة "استراتيجية" للدولة.
جمهورية تنزانيا الاتحادية	وفي عام 2017، أصدرت تنزانيا قوانين تلزم شركات التعدين بمنح الحكومة حصة 16% على الأقل في عملياتها التشغيلية ومعالجة خامها محلياً (حكومة تنزانيا، 2017).
الولايات المتحدة	في سبتمبر 2022، وقّع الرئيس الأمريكي بايدن أمراً تنفيذياً يدعو لجنة الاستثمارات الأجنبية في الولايات المتحدة إلى مراجعة جميع تطبيقات الاستثمارات المعدنية المهمة التي تؤثر على الأمن القومي (البيت الأبيض، 2022).



القيود المفروضة على صادرات المواد الخام الحرجة

تعد القيود المفروضة على صادرات المواد الخام الحرجة مصدر قلق متزايد بالنسبة للتجارة العالمية. وقد زادت هذه القيود بمعدل يتجاوز خمسة أضعاف خلال العقد الماضي (الشكل 11.2) (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، 2023). وفقاً لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، فقد خضعت 10 % من قيمة صادرات المواد الخام الحرجة العالمية لواحد من تلك القيود على الأقل خلال السنوات الأخيرة (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، 2023). 6 ويتم فرض هذه القيود على كمية الصادرات، أو الضرائب المفروضة على الصادرات، أو الحد الأدنى الإلزامي لأسعار الصادرات، أو التراخيص.

الشكل 11.2 المعدل العالمي للقيود المفروضة على صادرات المواد الخام خلال الفترة من 2009 إلى 2020

المصادر: (كوالسكي وليجيندر، 2023؛ إحصاء منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية للقيود المفروضة على صادرات المواد الخام الصناعية، 2022).

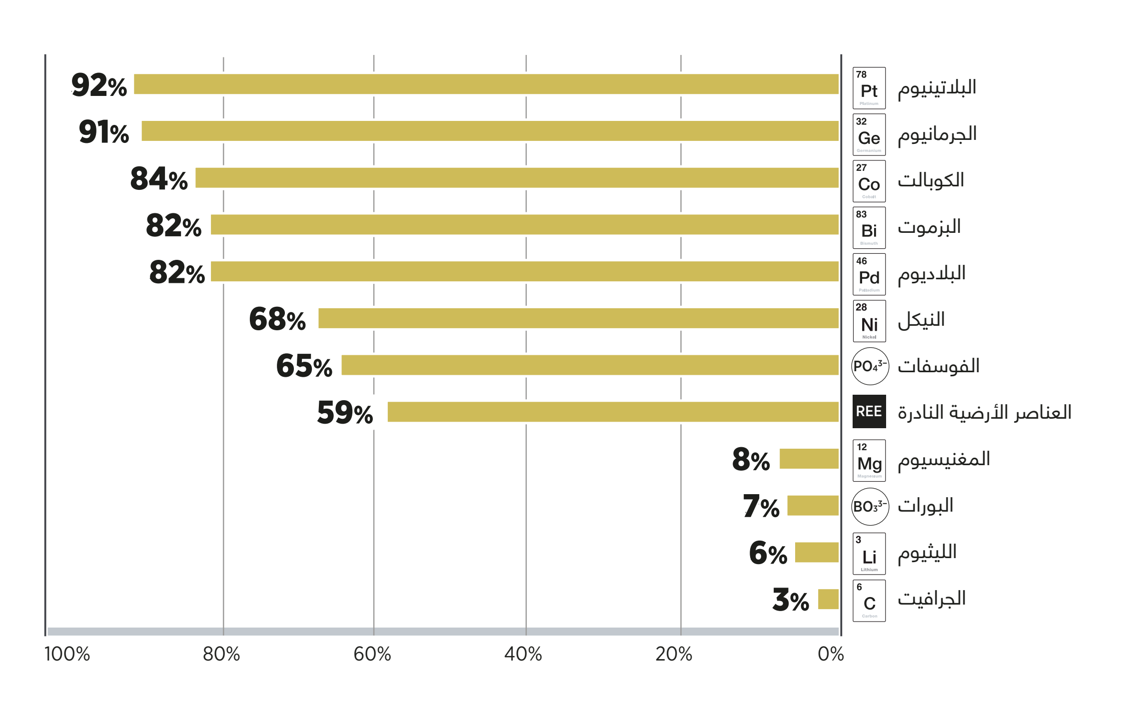
ملاحظات: يوضح المحور y عدد القيود المفروضة على الصادرات. وتشمل قاعدة البيانات معلومات عن 65 مادة خام صناعية و80 دولة مصدرة، التي شكلت 97% من إنتاج المعادن في العالم في عام 2018. وتتوفر المذكرة المنهجية على الرابط التالي: www.oecd.org/trade/topics/trade-in-raw-materials/documents/methodological-note-inventory-export-restrictions-industrial-raw-materials.pdf.

6 غالباً ما يتم تصنيف القيود المفروضة على الصادرات ضمن إطار "التحكم الوطني في الموارد"، التي تمت مناقشتها في القسم السابق. ومع ذلك، تتم مناقشة هذه القيود بشكل منفصل في هذا التقرير لأنها غالباً ما تخدم غرضاً مختلفاً. فعلى الرغم من تأكيد الحكومات المضيفة على تحكم دولها بالموارد المعدنية لتحسين تحصيل الإيرادات (تحسين إيرادات الموارد)، إلا أن القيود المفروضة على الصادرات غالباً ما تخدم الهدف الأوسع المتمثل في تطوير الصناعات التحويلية (التصنيع القائم على الموارد).

ويبدو أن القيود المفروضة على الصادرات، وخاصة المتعلقة بالمواد الخام الحرجة، آخذة في الازدياد، حيث تفرض العديد من البلدان حظراً كبيراً على الصادرات. فقد حظرت زيمبابوي تصدير الليثيوم الخام في ديسمبر 2022 (ماراوانيكا وندلوفو، 2022). كما حظرت إندونيسيا تصدير البوكسيت في يونيو 2023 (شوفا، 2023)، وذلك بالتزامن مع حظر ناميبيا تصدير الليثيوم الخام والمواد الخام الحرجة الأخرى (نياشا نياونغوا وآخرون، 2023). وتعكس هذه الإجراءات الأخيرة توجهاً متزايداً للبلدان نحو تشجيع التصنيع المحلي واستقطاب الصناعات التحويلية.

ولا تعد القيود المفروضة على صادرات المواد الخام ظاهرة جديدة. ففي عام 1937، شكلت عصبة الأمم لجنة لدراسة مشكلة المواد الخام وتقييم التدابير المتخذة لفرض قيود على الصادرات ورسوم التصدير (عصبة الأمم، 1937)، حيث تختلف هذه القيود بشكل كبير بناءً على المواد الخام (الشكل 12.2). ولا يتم فرضها من قبل البلدان الغنية بالمعادن فقط، فغالباً ما تفرض البلدان التي تسعى إلى تقليل الاعتماد على واردات المواد الخام قيوداً على الصادرات بهدف الاحتفاظ بالمصادر الثانوية مثل النفايات والخردة (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، 2023).

الشكل 12.2 كمية الصادرات العالمية الخاضعة لقيود التصدير، 2020



المصادر: (كوالسكي وآخرون، 2023؛ إحصاء منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية للقيود المفروضة على صادرات المواد الخام الصناعية، 2022).

ملاحظات: لسهولة القراءة، تم استخدام رمز "الجرمانيوم" للدلالة على مجموعة المواد التالية: الجرمانيوم، والنيوبيوم، والفاناديوم، والغاليوم، والإنديوم، والهافنيوم.

وتعد القيود الكمية المفروضة على الواردات والصادرات ممنوعة إلى حد كبير بموجب المادة XI من الاتفاقية العامة لمنظمة التجارة العالمية بشأن التعريفات الجمركية والتجارة، عدا بعض الاستثناءات المحدودة، أي عندما يتم منعها لأغراض ضرورية مثل الحفاظ على البيئة، أو الأمن القومي، أو ضمان إمدادات المواد الخام. ويجب أن تستوفي هذه الاستثناءات شروطاً محددة مثل عدم حماية الصناعات المحلية أو التمييز ضد البلدان الأخرى. كما ينبغي ألا تساهم هذه الإجراءات في تقييد التجارة الدولية بشكل غير عادل.

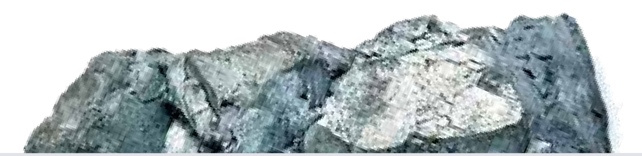
وأدى التوجه المتنامي لاعتماد القيود المفروضة على صادرات المواد الخام الحرجة إلى نشوب سلسلة من المنازعات التجارية التي يجري مناقشة بعضها في منظمة التجارة العالمية (الجدول 4.2). ولا يمكن ربط هذه المنازعات بتحول الطاقة فقط نظراً لأن المواد المعنية لها استخدام أوسع بكثير خارج قطاع الطاقة، مثل صناعة الصلب (الموليبدينوم) أو الصناعة الكيميائية (الفلورسبار). وقد شكل النزاع على تجارة المعادن الذي حظي بأكبر قدر من الاهتمام، أزمة العناصر الأرضية النادرة خلال العامين 2010-2011 (انظر الإطار 3.2).

الجدول 4.2 يمثل النزاعات التجارية الأخيرة التي نشرتها منظمة التجارة العالمية بشأن القيود المفروضة على صادرات المواد الخام الحرجة

الحالة (العنوان المختصر ورقم الحالة)	طلب إجراء مشاورات مع منظمة التجارة العالمية	المشتكون	الإجراء (الإجراءات) موضع الخلاف
الصين المواد الخام (DS 394, 395, 398)	2009	الاتحاد الأوروبي، والمكسيك، والولايات المتحدة	القيود المفروضة على صادرات البوكسيت، وفحم الكوك، والفلورسبار، والمغنيسيوم، والمنغنيز، وكربيد السيليكون، ومعدن السيليكون، والفوسفور الأصفر، والزنك.
الصين العناصر الأرضية النادرة (DS 431, 432, 433)	2012	الاتحاد الأوروبي، واليابان، والولايات المتحدة	القيود المفروضة على صادرات العديد من المعادن الأرضية النادرة، والتنغستن، والموليبدينوم. تضمنت القيود رسوم التصدير، وكمية الصادرات، وبعض القيود المفروضة على الشركات المسموح لها بتصدير المنتجات.
الصين المجموعة الثانية من المواد الخام (DS 508, 509)	2016	الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي	الرسوم والقيود الأخرى المفروضة على تصدير مختلف أشكال الأنتيمون، والكروم، والكوبالت، والنحاس، والجرافيت، والإنديوم، والرصاص، والمغنيسيا، والتلك، والتنتالوم، والقصدير.
إندونيسيا المواد الخام (DS 592)	2019	الاتحاد الأوروبي	وتشمل الشكوى القيود التالية: (أ) القيود المفروضة على صادرات النيكل، بما في ذلك الحظر الفعلي للتصدير؛ (ب) شروط المعالجة المحلية للنيكل وخام الحديد والكروم والفحم (ج) شروط التسويق المحلي لمنتجات النيكل والفحم؛ (د) شروط ترخيص تصدير النيكل؛

المصدر: (مؤشر منظمة التجارة العالمية لقضايا المنازعات، متاح من قبل منظمة التجارة العالمية، 2023أ).

لقد ركز إطار التجارة الدولية التقليدي الحالي على الحد من القيود المفروضة على الواردات. ورغم أن الرسوم الجمركية المفروضة على الواردات قد انخفضت بمرور الوقت من خلال المفاوضات التجارية متعددة الأطراف، إلا أن الضرائب المفروضة على الصادرات لا تخضع لأي لوائح خاصة بمنظمة التجارة العالمية، باستثناء بعض الأعضاء المنضمين حديثاً الذين وافقوا على تخفيضها أو إلغائها بموجب اتفاقيات الانضمام إلى منظمة التجارة العالمية.



الإطار 3.2 أزمة المعادن الأرضية النادرة 2010-2011

المعادن الأرضية النادرة هي مجموعة مكونة من 17 عنصر كيميائي، وتمنحها خصائصها قيمة عالية للاستخدام في التطبيقات الحديثة عالية التقنية، حيث يتم استخدامها اليوم غالباً في المحركات الكهربائية ذات المغناطيس الدائم (للسيارات الكهربائية) والمولدات (على سبيل المثال في توربينات الرياح) (غارسيا، 2020). وقد سيطرت الولايات المتحدة على الإنتاج العالمي للمعادن الأرضية النادرة حتى تسعينيات القرن الماضي، وأصبحت الصين المنتج الأكبر بعد ذلك.

وبحلول أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، كانت الصين تحتكر تعدين ما يقرب من 95% من العناصر الأرضية النادرة في العالم (هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية ووزارة الداخلية الأمريكية، 2010). ومع ذلك، أدت المخاوف المتزايدة بشأن التلوث البيئي، والتعدين غير القانوني، واستنفاد الموارد إلى اتخاذ الحكومة قراراً بشأن تطوير صناعة المصب (وبيك، 2013). ومنذ مطلع عام 2006، استحدثت الدولة العديد من اللوائح، بما في ذلك كمية الصادرات، وكمية الإنتاج، والضرائب المفروضة على الصادرات، والقيود المفروضة على الاستثمار الأجنبي (شين وآخرون، 2020). تم اعتماد كمية الصادرات بعد ذلك تدريجياً، ولكن في عام 2010، خفضت الصين كمية صادراتها من العناصر الأرضية النادرة بنسبة 37%، مما أدى إلى ارتفاع أسعار مسحوق أكسيد الأرض النادر نظراً لعدم توفر إمدادات بديلة (انظر الشكل 13.2).

وبغض النظر عن كمية الصادرات، فقد توقفت الشحنات الصينية إلى اليابان لبضعة أسابيع بين شهري سبتمبر ونوفمبر من عام 2010 بعد احتجاز قبطان سفينة صيد صينية جرّاء نزاع بحري (ويلسون، 2018). ولا تزال التقارير المتعلقة بكمية صادرات المعادن الأرضية النادرة المتأخرة، وطول فترات التأخير، والأطراف المسؤولة عنها متضاربة. ويكشف تحليل البيانات الجمركية الصادر عن وزارة المالية اليابانية أن الواردات اليابانية من العناصر الأرضية النادرة الصينية لم تنخفض بشكل موحد بعد حادثة سفينة الصيد (جونستون، 2013).

وقد تسبب ارتفاع الأسعار خلال عامي 2010-2011 في حدوث تحولات كبيرة في العرض والطلب على العناصر الأرضية النادرة، مما أدى إلى انخفاض الأسعار بحلول عام 2012. وأدت إعادة التدوير والاستبدال إلى انخفاض الطلب بشكل كبير، بينما أدى انحراف التجارة، وإدارة المخزون، وافتتاح مناجم تعدين جديدة، والتهريب إلى ضمان العرض المتبقي (جولز وهيوز، 2021).

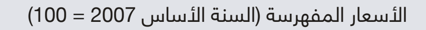
وفي مارس 2012، طلبت اليابان، والاتحاد الأوروبي، والولايات المتحدة، مشورة منظمة التجارة العالمية بشأن القيود المفروضة على صادرات المعادن الأرضية النادرة الصينية. وقد دافعت الصين عن هذه القيود باعتبارها ضرورية للحفاظ على هذه المعادن، في حين رد أصحاب الشكوى بأنها "مصممة لتحقيق أهداف السياسة الصناعية بدلاً من الحفاظ على المعادن". وفي عام 2014، حكمت هيئة الاستئناف التابعة لمنظمة التجارة العالمية لصالح أصحاب الشكوى، وطلبت من الصين رفع القيود المفروضة على صادرات العناصر الأرضية النادرة.

يتبع في الصفحة التالية ◄



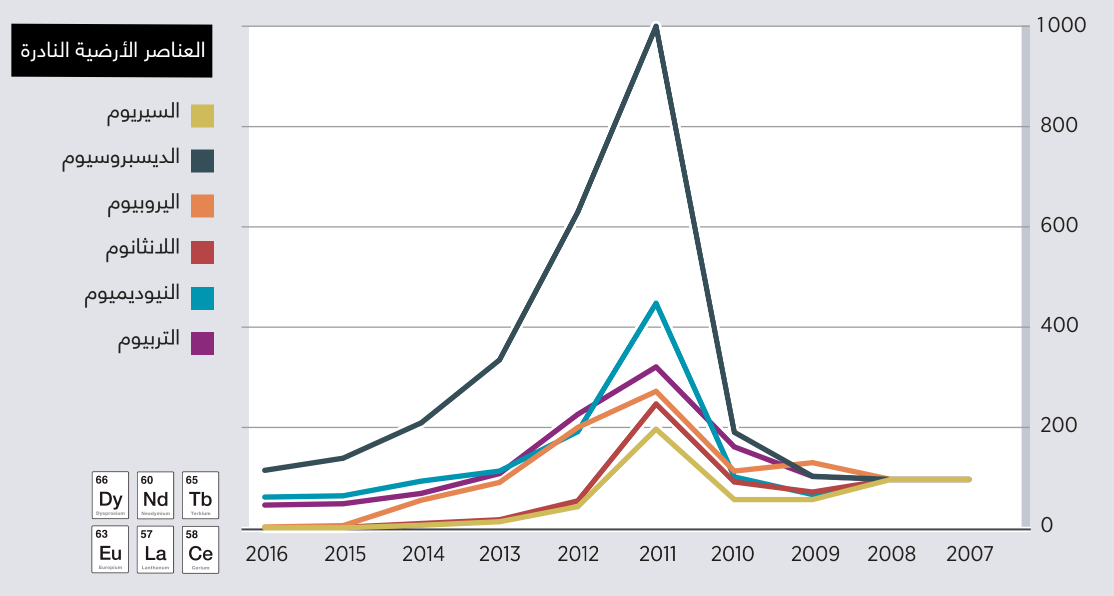


FIGURE 2.13 International rare earth metal oxide prices, 2007-2016



الإطار 3.2 أزمة المعادن الأرضية النادرة للفترة 2010-2011 (تتمة)

الشكل 13.2 الأسعار الدولية لأكاسيد الفلزات الأرضية النادرة خلال الفترة من 2007 إلى 2016



المصادر: (ويلسون، 2018؛ البيانات مأخوذة من المركز الوطني للمعلومات حول المعادن في هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية، هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية).





4 تكتلات قطاع المعادن

يثير التركيز العالي لإنتاج المعادن مخاوف بشأن نشوء تكتلات وعلاقات تواطؤ في السوق؛ إذ تتركز إمدادات المعادن جغرافياً، وتهيمن الشركات التي تتمتع بحصص سوقية كبيرة في أجزاء رئيسية من سلاسل القيمة المعدنية على عمليات تعدينها وتكريرها. ويمكن أن يؤدي هذا التركيز في الإنتاج إلى تشكيل تكتلات للسلع الأساسية، وهي عبارة عن مجموعات من المنتجين الرئيسيين يسعون إلى تحقيق أقصى قدر من الأرباح من خلال التعاون فيما بينهم في إنتاج وتسعير و/أو توزيع السلع الأساسية.

وعلى مر العصور، حاولت مجموعات المنتجين والحكومات التأثير على أسواق المعادن من خلال التواطؤ (البنك الدولي، 2022). وفي أوائل القرن العشرين، كانت هناك اتحادات منتجة نشطة في قطاعات الألومنيوم والنحاس والنيكل والحديد والزنك والرصاص (باربيزات، 1989؛ براي، 1997؛ ستورلي، 2014؛ تسوخاس، 2000؛ والترز، 1944). وتم إنشاء عدد من هذه التكتلات في ثلاثينيات القرن الماضي كرد فعل على الانخفاض الشديد في الأسعار خلال فترة الكساد الكبير.

شهدت فترة الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي موجة أخرى من التكتلات الاحتكارية، في أعقاب إنهاء الاستعمار وازدهار الاقتصاد العالمي، مع إنشاء العديد من التكتلات وجمعيات المنتجين للسيطرة على أسواق المعادن مثل البوكسيت، والنحاس، وخام الحديد، والقصدير، والتنغستن، واليورانيوم (انظر الجدول 5.2). ومع ذلك، فإن العديد من هذه المحاولات لم تدم طويلاً[7]، حيث كانت تعاني من مشكلات مثل الخلاف الداخلي، وعدم مشاركة المنتجين الرئيسيين، واستبدال المعادن أو الابتكار في تقنيات العرض والطلب.

وبالإضافة إلى روابط المنتجين، أُبرمت العديد من الاتفاقيات الدولية المتعلقة بالسلع الأساسية التي تشمل المنتجين والمستهلكين على حد سواء. على سبيل المثال، حكمت سلسلة من الاتفاقيات الدولية سوق القصدير من عام 1956 حتى عام 1985، عندما انهارت آخر اتفاقية دولية للقصدير (هيلمان، 2010). وكانت تهدف هذه الاتفاقيات إلى تحقيق الاستقرار في سوق القصدير من خلال إنشاء نظام للتخزين يسمح للمنتجين بتخزين الإمدادات الزائدة خلال فترات زيادة العرض وإطلاقها خلال فترات النقص. وعلى الرغم من أن هذا النظام أبقى أسعار القصدير مرتفعة لعدة سنوات، إلا أنه شجع أيضاً على استبدال القصدير بالألومنيوم، خاصة في صناعة علب المشروبات (البنك الدولي، 2022).

وفي السنوات الأخيرة، نظرت العديد من البلدان المنتجة للمعادن مرة أخرى في فكرة تشكيل التكتلات الاحتكارية، على الرغم من أن الخطط والمقترحات الخاصة بإنشاء تكتلات المعادن الجديدة لا تستوفي معايير إنشاء تكتلات السلع (الإطار 4.2).

[7] تعرضت العديد من الدول المصدرة للمعادن غير المستخدمة في الوقود لأزمة اقتصادية شديدة بسبب صدمة أزمة النفط الأولى. ولذلك ارتأت ضرورة زيادة إيرادات صادراتها من خلال تشكيل روابط المنتجين هذه.



© mykhailo pavlenko | shutterstock.com

الجدول 5.2 رابطات منتجي المعادن من السبعينيات إلى الثمانينيات

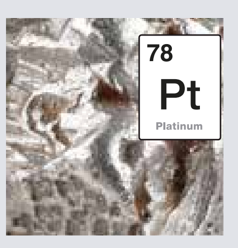
الوصف	الأعضاء	التاريخ	المعادن/الرابطات
البوكسيت الرابطة الدولية للبوكسيت (IBA) BAU	1974 - 1994	جامايكا، غانا، سورينام، غينيا، سيراليون، ويوغوسلافيا وأستراليا كانوا الأعضاء المؤسسين. والجزائر والكاميرون وغانا ومالي كانوا المراقبين.	رفعت جامايكا وسورينام الضرائب على البوكسيت، متوقعتين أن تحذو حذوهما الدول الأخرى. في البداية، تمكن المنتجون في منطقة البحر الكاريبي من رفع الأسعار، لكنهم فقدوا تدريجياً حصتهم في السوق حيث رفض المنتجون الآخرون، وخاصة أستراليا، الانضمام للجهود المبذولة. وأدى انسحاب جامايكا رسمياً في عام 1994 إلى تفكك الرابطة الدولية للبوكسيت.
النحاس المجلس الحكومي الدولي للبلدان المصدرة للنحاس (CIPEC) 29 Cu Copper	1967 - 1988	كانت بيرو وزائير وزامبيا وشيلي الأعضاء المؤسسين. وانضمت يوغوسلافيا وإندونيسيا لاحقاً، وأصبحت أستراليا وبابوا غينيا الجديدة شريكين.	شكلت المرونة العالية نسبياً للطلب على النحاس، وانعدام الثقة بين أعضاء المجلس الحكومي الدولي للبلدان المصدرة للنحاس والحصة السوقية المحدودة للمجلس (حيث كان المجلس الحكومي الدولي للبلدان المصدرة للنحاس يسيطر فقط على 37% من إمدادات النحاس العالمية في عام 1975)، عائقاً منع المجلس من رفع الأسعار عبر خفض الإنتاج. وفي نهاية المطاف، حُلّ المجلس في عام 1988.
خام الحديد رابطة البلدان المصدرة لخام الحديد APEF) 26 Fe Iron	1975 - 1989	أستراليا، الجزائر، الهند، ليبيريا، موريتانيا، البيرو، السويد، فنزويلا.	حاولت رابطة البلدان المصدرة لخام الحديد تحديد أسعار التصدير إلا أنها فشلت، حيث رفضت أستراليا والسويد المشاركة، في حين بقيت البرازيل وكندا خارج الرابطة، على الرغم من كونهما المصدرين الرئيسيين. ثم قلصت الرابطة دورها ليقتصر على جمع إحصاءات حول توجهات السوق، حتى إغلاقها في عام 1989.
القصدير رابطة البلدان المنتجة للقصدير ATPC) 50 Sn Tin	1983 - 2001	أستراليا، ودولة بوليفيا متعددة القوميات، وإندونيسيا، وماليزيا، ونيجيريا، وتايلند، وزائير.	على الرغم من تدخل مجموعة من منتجي القصدير وتنفيذ كمية تصدير في أعقاب انهيار اتفاقية القصدير الدولية في منتصف الثمانينيات، شهدت أوائل التسعينيات انخفاضاً مطرداً في أسعار القصدير، حيث تم حل المشكلة بوجود رابطة البلدان المنتجة للقصدير رسمياً في عام 2001.
التنغستن رابطة التنغستن الأولي 74 W Tungsten	1975 - 1987	تضم أربعة عشر عضواً - من مؤسسات حكومية وخاصة - من أستراليا، ودولة بوليفيا متعددة القوميات، والبرازيل، وفرنسا، والبيرو، والبرتغال، وروواندا، وإسبانيا، والسويد، وتايلند، وزائير.	واحدة من الأهداف الرئيسية لرابطة التنغستن الأولية كانت منع الولايات المتحدة من بيع كميات زائدة من التنغستن بأسعار "غير تنافسية" من مخزونها الاستراتيجي. كما كانت ترغب في إدخال مؤشرات الأسعار لجعل أسعار التنغستن أكثر استقراراً وشفافية. ومع ذلك، في عام 1987، توقفت الرابطة عن العمل في ظل موجة إغلاق مناجم التنغستن.

المصادر: (كوروشي وآخرون، 2014؛ راديتزكي وآخرون، 2020؛ جوشت وآخرون، 1988؛ ستيوارت، 1981).

الإطار 4.2 آفاق التكتلات في أسواق البلاتينيوم والنيكل والليثيوم

معظم مقترحات التكتلات الجديدة ستواجه صعوبة في تلبية كافة الشروط اللازمة لنجاح تكتل السلع الأساسية. ولكي ينجح تكتل السلع الأساسية، يجب عليه أن يجمع بين المنتجين الرئيسيين الذين يتمتعون بحصص سوقية كبيرة ولديهم ملكية ثابتة لإنتاج المعادن في دولهم المعنية. ويجب أن تكون هناك حواجز دخول عالية، تمنع المنتجين الجدد من دخول السوق والتنافس مع المنتجين الحاليين. كما أن توحيد المُنتَج ذو أهمية بالغة، حيث يجب أن يكون المنتج موحداً للدرجة التي تجعله تقريباً متطابقاً بين المنتجين. وتعد هذه السمة ضرورية لأعضاء تكتل السلع الناجح لتنسيق استراتيجيات الإنتاج والتسعير بفعالية.

وتعد مرونة الطلب عاملاً حاسماً آخر يؤثر على جدوى تكتل السلع، وتشير إلى مدى سرعة ومدى تغير طلب المنتج استجابة لارتفاع الأسعار. وتتمتع تكتلات السلع الأساسية بسيطرة محدودة على السعر إذا كان المنتج ذا مرونة عالية، مما يعني أن المستهلكين على استعداد لتقليل استهلاكه بأسعار أعلى أو يمكنهم الانتقال بسرعة إلى البدائل. وعلى العكس من ذلك، فقد يتمتع تكتل السلع بسيطرة أكبر على السعر إذا كان المُنتَج غير مرن نسبياً، مما يعني أن المستهلكين لديهم بدائل قليلة أو معدومة.

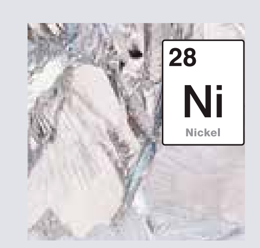


البلاتينيوم

أبرم الاتحاد الروسي وجنوب أفريقيا مذكرة تفاهم بشأن معادن مجموعة البلاتين في قمة البريكس (البرازيل وروسيا والهند والصين وجنوب أفريقيا) في مارس 2013. وتستحوذ هذه البلدان معاً على حصة كبيرة من سوق معادن مجموعة البلاتين - أكثر من 80% من إمدادات البلاتينيوم العالمية وأكثر من 96% من احتياطات معادن مجموعة البلاتين العالمية - مما يعوق دخول المنافسين المحتملين (هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية ووزارة الداخلية الأمريكية، 2022).

ومع ذلك، من الناحية العملية، هناك عقبات كبيرة أمام إنشاء تكتلات معادن مجموعة البلاتين، حيث لا تمتلك أياً من الدول شركة مملوكة للدولة تحتكر تعدين معادن مجموعة البلاتين. وأي قصور في الإنتاج سيتطلب شراء العديد من الشركات الخاصة، بما في ذلك نورنيكل، وشركة الأنجلو أمريكية. علاوة على ذلك، قد يؤدي خفض الإنتاج المصمم لزيادة الأسعار إلى فقدان الوظائف في مجال تعدين معادن مجموعة البلاتين، التي تعد أكبر جهة توظيف في مجال التعدين في جنوب أفريقيا. بالإضافة إلى ذلك، 8قد يؤدي البديل المتمثل في شراء البلاتينيوم من المنتجين وتخزينه لدعم الأسعار إلى إجهاد الموارد المالية الحكومية (ستودارد، 2013).

من المرجح أن يؤثر استمرار ارتفاع الأسعار سلباً على الطلب نظراً لأن المستخدمين الصناعيين سيكثفون جهودهم لتقليل أو إعادة استخدام أو إعادة تدوير معادن مجموعة البلاتين في المحفزات وغيرها من التطبيقات (كوروشي وآخرون، 2014). وعلى الرغم من أن الاتحاد الروسي وجنوب أفريقيا أكدا من جديد في عام 2018 التزامهما بمذكرة التفاهم لعام 2013، إلا أنه لم تظهر سوى تفاصيل قليلة منذ ذلك الحين.



النيكل

تدرس إندونيسيا، وهي أكبر جهة لتعدين النيكل في العالم، إمكانية إنشاء منظمة على غرار منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) لبعض المعادن التي تُستخدم في صناعة البطاريات، بما في ذلك النيكل والكوبالت والمنغنيز (ديمبسي ورويل، 2022). وفي حين تمثل البلد ما يقرب من نصف إنتاج النيكل العالمي، وهي حصة أكبر من حصة دول أوبك في إنتاج النفط، فإن تكرار نموذج أوبك لن يكون خالياً من التحديات.

8وفقاً لمجلس المعادن في جنوب أفريقيا، تم توظيف 172159 شخصاً بشكل مباشر في تعدين معادن مجموعة البلاتين في عام 2022 - وهو أعلى من وظائف التعدين في الفحم أو الذهب أو أي قطاع تعدين آخر (-www.mineralscouncil.org.za/downloads/send/18-facts-and figures/1996-facts-and-figures-2022-pocketbook).

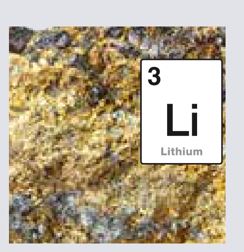
يتبع في الصفحة التالية ◄

الإطار 4.2 آفاق التكتلات في أسواق البلاتينيوم والنيكل والليثيوم (تتمة)

على سبيل المثال، لا يدعم كبار منتجي النيكل مثل أستراليا وكندا والفلبين فكرة المنظمة على غرار منظمة أوبك (ليستيوريني وهارسونو، 2022؛ سيرابيو جونيور ولوبيز، 2023). وبالإضافة إلى ذلك، فإن وجود احتياطات غير مستغلة خارج إندونيسيا يتيح فرصاً لتنويع الإمداد. علاوةً على ذلك، تسيطر عدة شركات خاصة، وليس كياناً واحداً مملوكاً للدولة، على تعدين النيكل في إندونيسيا. 9وبالتالي، فإن تأميم قطاع النيكل في البلد سيكون له تحديات مالية وسياسية خاصة مع الأخذ بعين الاعتبار أن الشركات الصينية تتمتع بمكانة قوية في هذا المجال.

ويمكن أن يشكل عدم تجانس المنتَج عقبة أخرى أمام إنشاء تكتل لإمدادات النيكل؛ إذ توجد خامات النيكل في نوعين من الرواسب: الكبريتيد واللاتيريت. وتوجد رواسب الكبريتيد بشكل رئيسي في أستراليا، وكندا، والاتحاد الروسي، وتحتوي على نيكل مرتفع الجودة تتيح معالجته بسهولة أكبر وتحويله إلى نيكل يصلح للبطاريات. بينما تحتوي رواسب اللاتيريت في إندونيسيا والفلبين على نيكل منخفض الجودة، الأمر الذي يتطلب معالجة إضافية تتطلب كمية كبيرة من الطاقة لتحويله إلى نيكل يصلح للبطاريات (باراسكوفا، 2022). وتستخدم خامات النيكل ذات الجودة المنخفضة والعالية كبدائل غير مثالية وتتنافس في أسواق مختلقة، ولكن ذات صلة (كوروشي وآخرون، 2014).

وعلى عكس النفط، الذي لطالما كان وقوداً لا مثيل له في وسائل النقل، هناك فرص وفيرة لتحويل الطلب بعيداً عن النيكل. على الرغم من أن الكاثودات الغنية بالنيكل استحوذت على 60% من حصة سوق بطاريات السيارات الكهربائية في عام 2022، إلا أن حصة بطاريات الليثيوم والحديد والفوسفات، التي لا تتطلب النيكل، زادت من 7% في عام 2019 إلى 40% في نفس العام (بلومبرج، 2022). ويمكن أن يؤدي الابتكار في كيمياء البطاريات، مثل الكاثودات الغنية بالمنغنيز، وإعادة التدوير إلى تقليل الطلب على النيكل.



الليثيوم

تجري الأرجنتين وبوليفيا و شيلي مناقشات لإنشاء "أوبك الليثيوم"؛ حيث تحتل هذه الدول الثلاث حوالي 65% من موارد الليثيوم المعروفة في العالم وشكلت نحو 30% من الإنتاج العالمي في عام 2020 (جيلين وليونز، 2022). ومع ذلك، هناك تحديات تواجه تشكيل تكتل الليثيوم. فمن غير المرجح أن تشارك أستراليا، وهي أكبر منتج لليثيوم في العالم والثانية من حيث احتياطات الليثيوم، في مثل هذا المسعى. بالإضافة إلى ذلك، حددت العديد من البلدان احتياطات وموارد كبيرة غير مستغلة من الليثيوم من خلال الاستكشاف المستمر. علاوة على ذلك، فإن معظم تعدين الليثيوم يخضع لسيطرة القطاع الخاص، على غرار البلاتينيوم والنيكل، وغالباً ما يكون ذلك من قبل الشركات الأجنبية.

ويتم استخراج الليثيوم بشكل أساسي من المحاليل الملحية (بشكل رئيسي في أمريكا الجنوبية والصين) والخام الصخري القاسي، وخاصة السبودومين، الذي ينتشر على نطاق أوسع (في أستراليا وكندا وأماكن أخرى). تستخدم بطاريات السيارات الكهربائية إما كربونات الليثيوم (بطاريات الليثيوم والحديد والفوسفات) المنتجة من المحاليل الملحية، أو هيدروكسيد الليثيوم (بطاريات النيكل - المنغنيز - الكوبالت) المنتجة من الخام الصخري القاسي أو من كربونات الليثيوم من خلال معالجة المواد الكيميائية. ويتمتع المنتجون الأستراليون بميزة تنافسية نظراً لأن خام السبودومين أرخص وأسهل في التحويل إلى هيدروكسيد الليثيوم، الذي يفضله صانعو البطاريات بشكل متزايد (جيلين وآخرون، 2022؛ ماريس، 2022).   وأخيراً، يمكن استبدال مركبات الليثيوم في البطاريات، وهو الاستخدام الأساسي لليثيوم. ويمكن أيضاً أن يحل الصوديوم ومعادن الهواء، بما في ذلك الزنك، محل الليثيوم كلياً أو جزئياً كمواد لصنع بطاريات بعض المركبات الكهربائية، على الرغم من أن كل تغيير يترتب عليه تضحيات فيما يتعلق بالتكلفة والأداء وضمان الإمداد (بلاكمور وآخرون، 2022؛ آيرينا، سيصدر قريباً).

9على سبيل المثال، تمتلك شركة Vale الأجنبية الخاصة (البرازيل)، ومجموعة تسينجشان القابضة (الصين)، ومجموعة سولواي للاستثمار (سويسرا) أربعة من أكبر خمس مناجم للنيكل في إندونيسيا. (-www.mining-technology.com/marketdata/five-largest-nickel-mines-indone sia-2021/)



5 انعدام الاستقرار السياسي والاجتماعي

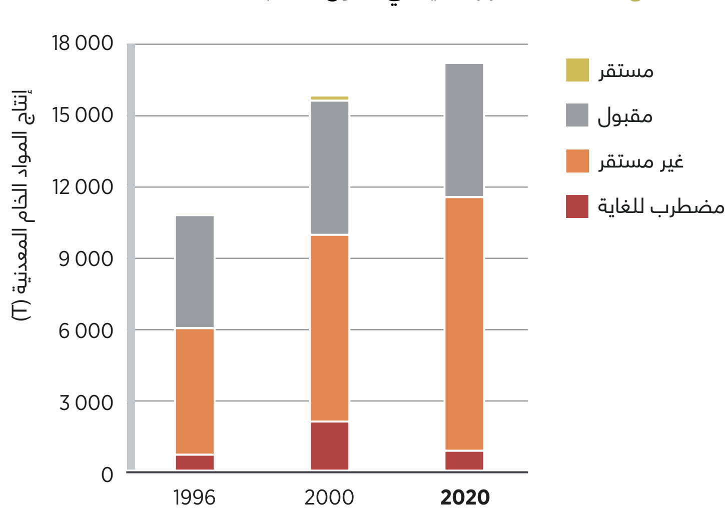
يمكن أن تؤدي الاضطرابات السياسية أو الاجتماعية في الدول المنتجة، بما في ذلك الانقلابات والاضطرابات العمالية والحروب الأهلية إلى تعطيل إمدادات المعادن؛ إذ يتم استخراج معظم المعادن في البلدان المصنفة على أنها إما مضطربة للغاية أو غير مستقرة في مؤشرات الحوكمة العالمية، التي تقيس جودة الحوكمة عبر ستة أبعاد رئيسية، بما في ذلك غياب العنف ومكافحة الفساد وسيادة القانون (انظر الشكل 14.2).

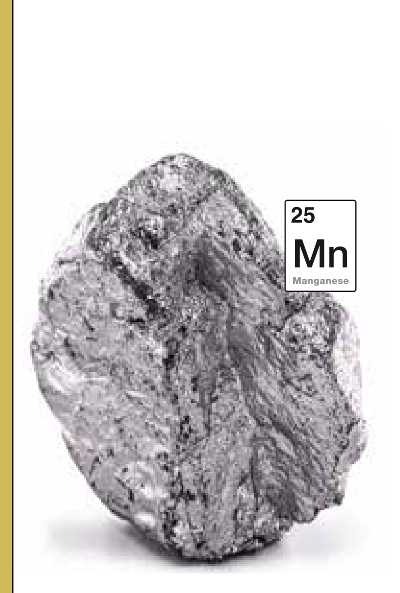
وهناك أمثلة عديدة على الاضطرابات التي تعطل الإمدادات. فعلى سبيل المثال، في عام 1978، امتدت الحرب الأهلية الأنغولية إلى مقاطعة شابا في زائير (المعروفة الآن باسم كاتانغا في جمهورية الكونغو الديمقراطية)، مما أدى إلى ارتفاع سعر الكوبالت بمقدار سبعة أضعاف خلال فترة عامين بسبب المخاوف من النقص العالمي في الكوبالت (جالي، 2022). ودفعت "أزمة الكوبالت" هذه إلى التحول من استخدام الكوبالت إلى استخدام العناصر الأرضية النادرة لتصنيع المغناطيس الدائم، كما أنذرت بشكل ما بـ "أزمة العناصر الأرضية النادرة" في عام 2010.

ومن الأمثلة الأخرى على ذلك ميانمار، حيث شهد قطاع التعدين اندلاع احتجاجات واضطرابات في أعقاب الانقلاب في فبراير عام 2021. وتسببت هذه الاضطرابات في انخفاض إيرادات صادرات البلد من المعادن بنسبة 80%، التي تعتبر منتجاً رئيسياً للأتربة النادرة (فرونتير، 2022). وهناك مثال آخر هو غينيا، التي شهدت أزمة سياسية في عام 2021 تسببت باضطرابات في الإمدادات وسادت حالة من عدم اليقين في سوق الألمنيوم العالمية نظراً لكونها أكبر منتج للبوكسيت في العالم.

يمكن أيضاً أن تتعطل إمدادات المواد الخام اللازمة بسبب الاضطرابات العمالية. فقد أدت اضطرابات العمال في قطاع البلاتينيوم في جنوب أفريقيا إلى تعطيل سلاسل التوريد العالمية بشكل كبير، حيث استمر اضطراب واحد في عام 2014 لمدة خمسة أشهر وتسبب في انخفاض بنسبة 40% في إنتاج البلاتينيوم العالمي (ستودارد، 2014). كما شهدت شيلي، أكبر منتج للنحاس في العالم، انقطاعاً في الإنتاج ونقصاً في الإمدادات بسبب الاضطرابات العمالية، حيث استمر اضطراب كبير في عام 2017 لمدة 44 يوماً مما تسبب في انخفاض كبير في إنتاج النحاس العالمي (إيتوريتا، 2017). وأدى اضطراب عمال مناجم النحاس في بيرو مؤخراً إلى إغلاق وتأخير في الإنتاج، مما تسبب في نقص الإمدادات وتقلب الأسعار في سوق النحاس العالمي (أتوود، 2023). وغالباً ما تسلط هذه الاضطرابات العمالية الضوء على المخاوف المشروعة للعمال بشأن ظروف العمل السيئة (انظر الفصل 3).

الشكل 14.2 الاستقرار السياسي للدول المنتجة للمعادن، 2020





المصدر: (بيانات التعدين العالمية، 2022).

6 التقلبات والتلاعب في الأسواق

تعد أسواق المواد الخام الحرجة مثل كافة أسواق السلع الأخرى، حيث تظهر طبيعة دورية ونمطاً كلاسيكياً من الازدهار والكساد. ويُعزى ذلك جزئياً إلى طول المدة الزمنية اللازمة لإنشاء مناجم جديدة، مما يتسبب بإحداث فجوة كبيرة بين العرض والطلب وخاصة خلال فترات التنامي المتسارع للطلب. وبالنسبة للمناجم الجديدة، عادة ما تستغرق عملية التنقيب عن المواد للوصول إلى مرحلة الإنتاج الفعلي من سبع سنوات إلى عشر سنوات. وهذا يعني أن التقدم التكنولوجي من شأنه أن يساهم في زيادة الطلب على الموارد بسرعة كبيرة مقارنة بقدرة المنتجين على زيادة إنتاجها، مما يؤدي إلى ارتفاع أسعار هذه الموارد بشكل دوري.

وتزداد هذه الديناميكية تعقيداً لكون المعادن الحرجة غالباً ما تكون منتجات ثانوية من معادن أساسية أخرى يتم التنقيب عنها. فعلى سبيل المثال، يعتبر الكوبالت عادة منتجاً ثانوياً من تعدين النيكل والنحاس، وكل الإنديوم تقريباً يعتبر منتجاً ثانوياً من تعدين الزنك، كما تعتبر معظم العناصر الأرضية النادرة منتجات ثانوية من تعدين خام الحديد. ولذلك يتأثر إنتاج هذه المعادن الثانوية على نحو كبير بإنتاج المعادن الأساسية التي غالباً ما تولد إيرادات أعلى. فعلى سبيل المثال، غالباً ما ترتبط الاستثمارات في مشاريع الكوبالت الجديدة بديناميكيات أسواق النحاس أكثر من الكوبالت. وبعبارة أخرى، فإن ارتفاع سعر الكوبالت ليس ضرورياً أن يحفز شركات تعدين النحاس بما يكفي لإنتاج المزيد منه. كما أن الاستجابة لإمدادات المعادن مثل الكوبالت، والإنديوم، والتيلوريوم، تتأثر على نحو غير مباشر بارتفاع الأسعار بسبب الطبيعة الخاصة لإنتاج المنتجات الثانوية (نصار وآخرون، 2015).

وبالإضافة إلى ديناميكيات العرض والطلب، فإن أسواق المعادن والفلزات معرضة أيضاً لمخاطر التلاعب في الأسواق، مما قد يؤدي إلى زيادة تقلبات الأسعار واضطرابات سلاسل التوريد. وكشفت سلطات مكافحة الاحتكار بين عامي 2000 و2010 عن 15 حالة على الأقل لمحاولات تشكيل تكتلات دولية في مجال التعدين والمعادن الأولية وفرضت بحقها العقوبات المناسبة (كونور، 2012).

ولأن أسواق المعادن صغيرة وتتمتع بسيولة قليلة نسبياً، فإن ذلك يفسح المجال أمام المتداولين لتطوير مراكز تداول من شأنها تقييد العرض والتسبب في ارتفاع الأسعار (هندريكس وبازيليان، 2022). وقد كانت هناك في الماضي محاولات عدة لإدارة السوق والتأثير على الأسعار، مما خلق مخاوف بشأن تلاعب الشركات بالسوق. وعلى سبيل المثال، خلال أزمة القصدير التي حدثت عام 1985، انهار سوق القصدير عندما عجزت مجموعة من المتداولين، ممن حاولوا احتكار السوق، عن إيجاد مشترين لملكياتهم الكبيرة من القصدير بسبب الارتفاع المفاجئ في الأسعار (أندرسون وجيلبرت، 1988). وعلى نحو مماثل، وفي قضية نحاس شركة سوميتومو عام 1996، ارتفعت أسعار النحاس بشكل كبير بعدما جمع متداول واحد من سوميتومو كميات كبيرة من العقود الآجلة للنحاس. ونتيجة لذلك، تكبدت سوميتومو ومشاركين آخرين في السوق خسائر فادحة عندما تم الكشف عن مراكز هذا التاجر ليؤدي ذلك بدوره إلى انهيار سوق النحاس (كوزين، 2000).

وفي مارس 2022، علّقت بورصة لندن للمعادن تداول النيكل بعد ارتفاع أسعاره بأكثر من 250% خلال يومين فقط. ويُعزى هذا الارتفاع إلى حدوث ارتفاع حاد قصير الأجل ، حيث اضطر المتداولون الذين راهنوا ضد سعر النيكل إلى إعادة شراء مراكزهم بأسعار أعلى، فأدى ذلك إلى ارتفاع أسعاره (فارشي وآخرون، 2022؛ أوليفر وايمان، 2023). وبعد مضيّ أكثر من عام، لا يزال سوق النيكل غير مستقر بسبب انخفاض أحجام التداول بشكلٍ حاد ومواجهة تقلبات الأسعار المتكررة التي لا يمكن السيطرة عليها (كانغ وفارشي، 2023).

ودفعت تلك الحوادث الهيئات المالية والبورصات إلى إجراء تحقيقات تهدف إلى تعزيز الرقابة والشفافية وإدارة المخاطر في الأسواق. فعلى سبيل المثال، وضعت بورصة لندن للمعادن قواعد جديدة لمنع حالات حدوث ارتفاع حاد قصير الأجل وأنماط أخرى من سبل التلاعب في الأسواق. وتشمل تلك القواعد، على سبيل المثال، تحديد كمية النيكل التي يمكن تسليمها على العقود الآجلة. ولم تتكشّف حتى الآن مدى فعالية هذه الجهود في منع التلاعب بالسوق.

3.2 السباق على المواد الخام الحرجة والنزاعات المحتملة

التعدين والصراع الدولي

يعد الوصول إلى الموارد الطبيعية من أهم جوانب الاهتمام الاستراتيجية للعديد من الدول، وينعكس في المبادئ والإجراءات المتعلقة بسياساتها الخارجية. كما يعد البحث عن المواد الخام الحرجة دافعاً رئيسياً للدول التي تسعى إلى التوسع الإقليمي. وقد يؤدي تنامي الطلب العالمي على المواد الخام الحرجة اليوم إلى احتدام المنافسة ولا سيما في المناطق الغنية بالاحتياطات، ويُفضي ذلك بدوره إلى توترات جيوسياسية في القطب الشمالي والفضاء الخارجي وأعماق البحار، حيث تتنافس الدول للوصول إلى هذه الموارد (فوكس، 2022).

ويحتوي القطب الشمالي على احتياطات هائلة من المواد الخام الحرجة مثل النيكل والزنك و العناصر الأرضية النادرة (بويد وآخرون. 2016). ولا يعتبر التعدين نشاطاً جديداً في هذه المنطقة التي تحتضن العديد من المناجم الكبرى مثل منجم ريد دوغ لتعدين الزنك في ألاسكا ومناجم النيكل في الأراضي الروسية من القطب الشمالي (لوجينوفا وآخرون. 2023). وقد تم اكتشاف مكامن جديدة في هذه المنطقة أيضاً، حيث أعلنت شركة التعدين "لكاب" السويدية في يناير 2023 عن اكتشاف أكبر مكمن للعناصر الأرضية النادرة في أوروبا. وأدى الذوبان السريع للجليد البحري في القطب الشمالي، نتيجة ارتفاع درجات الحرارة في المنطقة بواقع ضعف المعدل العالمي، إلى اكتشاف موارد كان يتعذر الوصول إليها في السابق، مما أدى إلى زيادة التنافس بين دول المنطقة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، 2021؛ بول تايلور، 2020)10. ورغم ارتفاع مستوى الوجود العسكري في المنطقة، إلا أن معظم الباحثين يرون أن نسبة احتمال نشوب صراع على الموارد ضئيلة (تونسجو، 2020). ومع ذلك، فإن الثروات المعدنية في المنطقة تساهم في تعزيز أهميتها الاستراتيجية.

وأصبح الفضاء الخارجي بدوره جبهة جديدة في السباق على المواد الخام الحرجة، حيث تشير التوقعات إلى أن الكويكبات والأجرام السماوية الأخرى غنية للغاية بالمعادن النادرة بما فيها البلاتينيوم والذهب. وقد ساهم ذلك في زيادة الاستثمار لاستكشاف إمكانات التعدين الفضائي مع تنافس عدة دول - بما فيها الاتحاد الروسي والصين والولايات المتحدة - على إيجاد موطئ قدم لها في هذا القطاع الناشئ. وعلى سبيل المثال، حصلت مهمة "أوزوريس ريكس" التابعة لناسا على عينة صغيرة من الكويكب بينو، وستعود إلى الأرض في 24 سبتمبر 2023 (ناسا، 2023). غير أنه ليس من المتوقع أن يتم التوجه نحو التعدين الفضائي التجاري سريعاً بسبب بعض القضايا التي لم يتم حلها بعد، ويشمل ذلك كفاءة التكلفة، والجدوى التقنية، والإدارة القانونية، والآثار البيئية، واعتبارات السلامة.

وقد يُفضي السباق على المعادن كذلك إلى صراعات جيوسياسية على قاع المحيطات التي تحتوي بعضاً من أكبر احتياطات المعادن في الكوكب. وقد شرعت بعض الدول بالفعل في استكشاف أعماق البحار داخل مناطقها الاقتصادية الخاصة أو على امتداد جرفها القاري. وعلى سبيل المثال، تخطط النرويج لاستثمار مساحة من المحيط تعادل حجم ألمانيا تقريباً بهدف التعدين في أعماق البحار (بريان وميلن، 2023). وغالباً ما تتداخل هذه المناطق بين الدول المجاورة بما يؤدي إلى حدوث نزاعات حول ملكية الموارد وحقوق الاستخراج. ولذلك يتم تنظيم التعدين في أعماق البحار لما وراء المياه الوطنية من قبل الهيئة الدولية لقاع البحار التي أنشأتها اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار. ولكن لا يزال الإطار التنظيمي غير مكتمل، وتمتلك بعض الدول الأعضاء وجهات نظر متعارضة حول سبل تنظيم هذا الأمر (انظر الإطار 5.2).

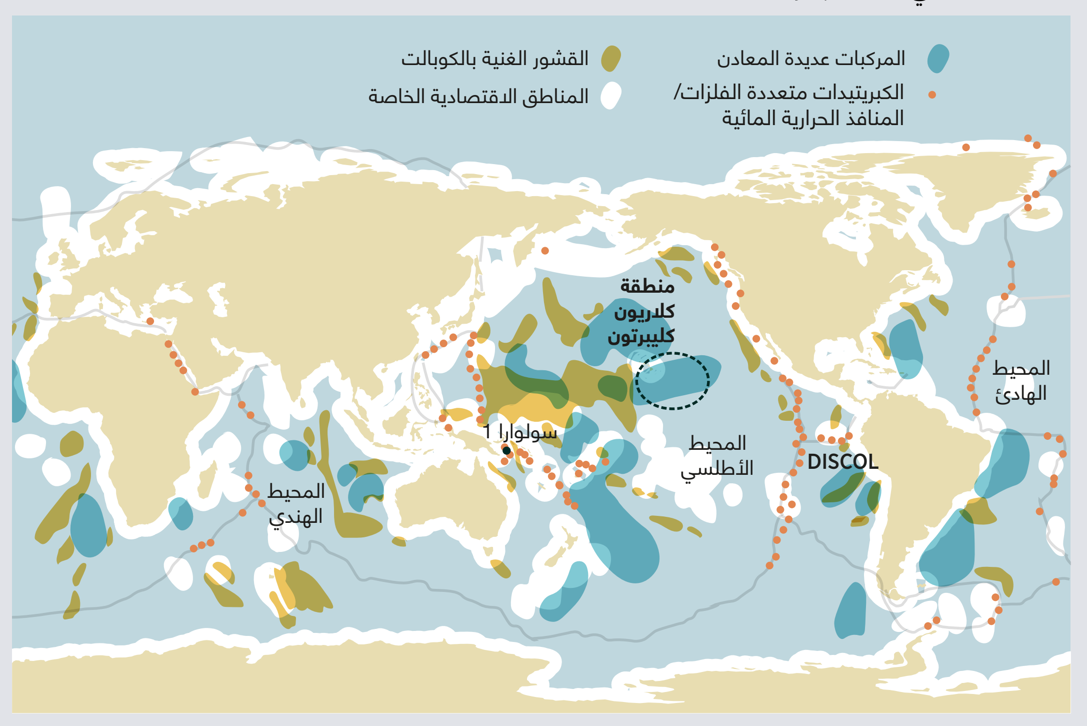
10تخضع جميع الأراضي والمياه الداخلية والبحار الإقليمية والمناطق الاقتصادية الخاصة في القطب الشمالي لسلطة إحدى الدول الساحلية الثماني في القطب الشمالي، بما فيها: كندا، والدنمارك، وفنلندا، وأيسلندا، والنرويج، والاتحاد الروسي، والسويد والولايات المتحدة

الإطار 4.2 إدارة التعدين في أعماق البحار

يُبدي عدد متزايد من الدول والشركات اهتماماً بالتعدين في أعماق البحار لاستخراج المواد الخام الحرجة. وحتى الآن، وقّع 22 مقاولاً حكومياً وخاصاً 31 عقداً في مجال التعدين بحثاً عن المركبات عديدة المعادن والكبريتيدات عديدة المعادن وقشور المنغنيز الحديدي (الشكل 15.2) (الهيئة الدولية لقاع البحار، 2023) الغنية جداً بالمعادن الثمينة ذات الخامات عالية الجودة مثل الكوبالت والنحاس والمنغنيز.

ويُثير التعدين في أعماق البحار بعض المخاوف البيئية، بما في ذلك تدمير الموائل البحرية وإطلاق المواد الكيميائية السامة. وتعتبر النظم البيئية في أعماق البحار موضوعاً حساساً ضمن إطار تنظيم المناخ العالمي، فضلاً عن أهميتها بالنسبة لشبكات الغذاء المحيطية (مؤسسة العدالة البيئية، 2023). وبينما يشير بعض مؤيدي التعدين في أعماق البحار بأنه أكثر صداقة للبيئة مقارنة بالتعدين البري، يرى غيرهم أنه غير مستدام وقد يتسبب بأضرار بيئية هائلة (ليفين وآخرون، 2020).

الشكل 15.2 التوزع الجغرافي لثلاثة أنواع من احتياطات المواد المعدنية المستهدفة في أعماق البحار



المصدر: (ميلر وآخرون، 2018).
إخلاء المسؤولية: تم إدراج الخريطة لأغراض توضيحية فقط. الحدود الموضحة في الشكل لا تقر أو تدل ضمناً على موافقة الوكالة.

الإطار 4.2 إدارة التعدين في أعماق البحار (تتمة)

تم توجيه العديد من المناشدات لوقف التعدين في أعماق البحار، إذ تبنى المؤتمر العالمي للحفاظ على البيئة التابع للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة اقتراحاً لوقف التعدين في أعماق البحار في سبتمبر 2021 (القرار 122، الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، 2021).

ودعت العديد من الدول إلى اتخاذ خطوات احترازية بشأن وقف التعدين في المياه الدولية (تحالف حفظ أعماق البحار ، 2022). كما تؤيد المفوضية الأوروبية حظر التعدين في أعماق البحار حتى يتم سد الفجوات العلمية بشكل تام، والتأكد من أن التعدين لن يخلف أي أضرار بالإضافة إلى حماية البيئة البحرية بشكل فعال (المديرية العامة للشؤون البحرية والثروة السمكية، 2022).

ويتم تنظيم أنشطة التعدين في أعماق البحار من قبل السلطة الدولية لقاع البحار ، وهي هيئة حكومية دولية أنشئت بموجب اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار لعام 1982 وتضم 167 دولة بما فيها الاتحاد الأوروبي. وتتمتع السلطة بحق إصدار عقود استكشاف واستثمار المعادن في قاع البحار الدولية، بالإضافة إلى التزامها بضمان حماية البيئة البحرية من الآثار الضارة والمحتملة للتعدين في قاع البحار العميقة. وبالرغم من وضعها عدة لوائح لتنظيم أنشطة التنقيب عن المعادن واستكشافها، لا تزال الهيئة تعمل على وضع مدونة تعدين متكاملة تشمل الاستثمار التجاري لهذه الموارد.

وفي يوليو 2021، دفعت جزيرة ناورو في المحيط الهادئ لإصدار "قانون العامين" الذي يمنح السلطة الدولية لقاع البحار مدة عامين لوضع اللمسات الأخيرة على القواعد واللوائح الخاصة بالتعدين في أعماق البحار. وقد ساهم ذلك في حفز جهود السلطة الدولية لقاع البحار لاستكمال قانون التعدين الخاص بها قبل 9 يوليو 2023، وهو الموعد النهائي المنصوص عليه في مقترح ناورو، مما قد يتيح الموافقة على تطبيقات التعدين التجارية في وقت مبكر من منتصف عام 2023.

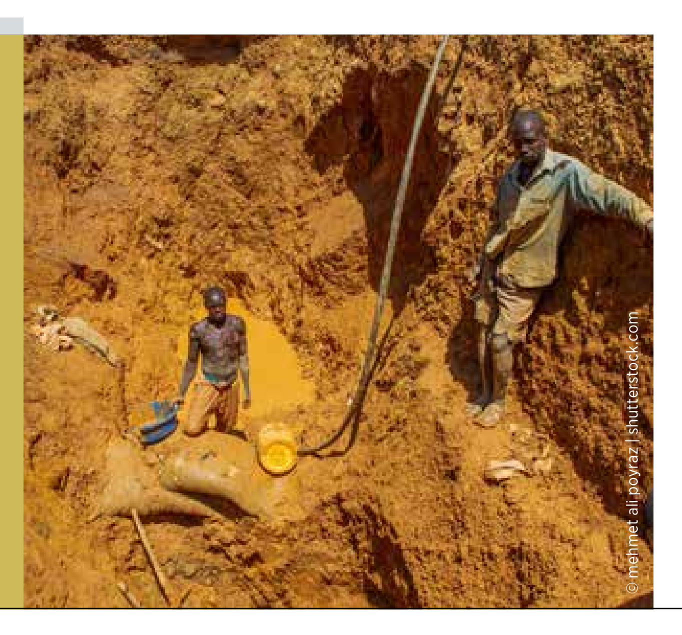


التعدين والنزاع المحلي

قد يؤدي السباق لاستخراج المعادن إلى إشعال النزاعات المحلية المسلحة أو المساهمة فيها بطرق متعددة. ويمكن ربط استخراج المعادن بالمظالم والنزاعات المحلية وانتهاكات حقوق الإنسان في الدول الضعيفة وغير المستقرة سياسياً (تشيرش وكروفورد، 2018)، وقد لاحظنا ذلك مع بعض الموارد الأخرى ذات القيمة العالية مثل الماس والذهب والأخشاب. ويتوقع برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن 40% على الأقل من جميع النزاعات داخل الدول خلال السنوات الستين الماضية مرتبطة بالموارد الطبيعية (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2009).

ويمكن للثروات المعدنية أن تساهم في هذه النزاعات بطرق عدة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2009). وعلى سبيل المثال، قد يؤدي استغلال المعادن إلى إثارة النزاعات حول التوزيع العادل للمنافع والتكاليف بين السكان المحليين. كما يمكن استغلال الموارد المعدنية لإطالة أمد النزاعات المحلية؛ وفي المناطق ذات السلطة الحكومية الضعيفة، يمكن لهذه الموارد أن تساعد الجماعات المسلحة في تمويل أنشطتها وبالتالي تأجيج العنف وعدم الاستقرار. وينطبق ذلك تحديداً في المناطق التي لها تاريخ طويل من النزاعات أو التي تتواجد فيها العديد من التوترات العرقية أو الدينية.





© mehmet ali poyraz | shutterstock.com

ففي كولومبيا على سبيل المثال، قام متمردون من القوات المسلحة الثورية الكولومبية، ممن كانوا يقودون عصياناً منذ عام 1987، بتمويل جزء من عملياتهم من خلال استخراج التنغستين من أعماق غابات الأمازون. وتكرر الأمر نفسه في جمهورية الكونغو الديمقراطية، حيث استطاعت العصابات المتمردة جني الملايين عن طريق الاتجار بالتنغستين والقصدير والتانتالوم والذهب بشكل غير قانوني. في حين أشارت التقديرات لاحقاً في عام 2011 أنّ ما يقارب 21% من إمدادات التانتالوم في العالم جاءت من مناطق النزاعات، (أبراهام، 2017)

بعض الموارد المعدنية قلّما تدخل حيّز النزاع المحلي مقارنة بغيرها؛ ذلك أن بعض المعادن، مثل البوكسايت والليثيوم والجرافيت، لا تكون مربحة إلا عند استخراجها على نطاق صناعي واسع. كما أن للبوكسايت والجرافيت قيمة مادية منخفضة مقارنة بوزنها الثقيل، مما يجعلها أقل جاذبية للجماعات المسلحة غير الحكومية مثل جماعات المتمردين والميليشيات التي تستغل الموارد ذات القيمة العالية. ومع أن مناجم الكوبالت في جمهورية الكونغو الديمقراطية كانت تنتج كميات كبيرة من هذه المادة، إلا أنها لم تكن محطّ أنظار الميليشيات المسلحة، حيث كان النزاع يتركز على الذهب والمعادن الأخرى المُتنازع عليها في شرق الكونغو (هيندريكس، 2022)



© MatthieuCattin | shutterstock.com

الفصل 3

الأمن البشري والاستقرار الجيوسياسي



النقاط الرئيسية

- **ألحقت صناعة التعدين أضراراً بالعمال ومجتمعات السكان الأصليين والبيئة**، الأمر الذي زاد مخاوف الجميع من أن يساهم تحول قطاع الطاقة في تفاقم هذه الأضرار أيضاً.

- **يعتبر تعدين المواد الخام الحرجة أحد أسباب فقدان الأراضي وتشريد السكان وانتهاك حقوق الإنسان في مجتمعات السكان الأصليين**. ويجب أن تتضمّن مشاريع التعدين مشاركة مجتمعية قوية ووضع خطط استباقية تهدف إلى تخفيف الأضرار، علماً أنَّ 80% من مشاريع الليثيوم وأكثر من نصف مشاريع النيكل والنحاس والزنك تقع في مناطق مملوكة للشعوب الأصلية.

- **ترافقت صناعة التعدين عالمياً بظروف عملٍ شاقة تفتقر إلى الحماية الاجتماعية وقوانين العمل والتشريعات اللازمة**. وتتفاقم هذه التحديات بشكل أكبر في التعدين الحرفي على نطاق ضيق نظراً لظروف العمل الخطيرة، والأجور الزهيدة، وغياب الحماية الاجتماعية. ويتطلب اتباع نهج الانتقال العادل والمستدام نحو الاقتصاد الأخضر معالجة هذه التحديات بشكلٍ حاسم.

- **يعدُّ قطاع المعادن والتعدين مسؤولاً عن 10% من انبعاثات غازات الدفيئة على مستوى العالم**، حيث تعد صناعات الألومنيوم والفولاذ من أكبر المساهمين في هذه الانبعاثات. ويساهم توظيف تكنولوجيا الطاقة المتجددة في خفض الانبعاثات الناجمة عن التعدين بنسبة أقل من الانبعاثات الصادرة من تقنيات استخراج الوقود الأحفوري، ومن شأن التحسين المتواصل لكفاءة استخدام الطاقة والتحول نحو استخدام الكهرباء المتجددة أن يقلل من الانبعاثات الناتجة عن عمليات التعدين والتصنيع.

- **يمكن أن يكون لأنشطة التعدين آثار ضارة على المساحات الطبيعية**، ومن بينها إزالة الغابات وتآكل التربة والتلوث. ويتطلب تخفيف هذه الآثار تنفيذ ممارسات إدارة بيئية قوية واعتماد أساليب تعدين مستدامة.

- **يمكن أن يؤدي استخراج المواد الخام الحرجة إلى تفاقم مشكلة الإجهاد المائي**، ذلك أن حوالي نصف الإنتاج العالمي من النحاس والليثيوم يوجد في مناطق شديدة الجفاف. ويتعين لذلك بذل جهود حثيثة لتوفير المياه في مواقع التعدين، وزيادة ترشيد استخدام المياه عبر إعادة تدويرها، واستخدام المياه المحلاة وابتكار طرق عالية الجودة لتصريف المياه بغية تقليل الضرر على السكان المحليين والنظم البيئية.

- **إذا تمت إدارة تحول قطاع الطاقة بمسؤولية أكبر، فقد يشمل هذا التحول مصادر عدة للطاقة ويحقق الاستقرار المادي**. ويكون ذلك من خلال زيادة إمكانية الوصول إلى مصادر طاقة متعددة ومستقرة وبأسعار مناسبة، فضلاً عن تحفيز النمو الاقتصادي وتحقيق الفوائد المرجوة على الصعيدين الاجتماعي والبيئي. ويلعبُ التعاون الدولي دوراً محورياً لضمان اتباع نهج قائم على الحقوق فيما يخص تحول قطاع الطاقة ليعود بالنفع على جميع أصحاب المصلحة.

- **قد يكون للطلب المتزايد على المواد الخام الحرجة في البلدان النامية مزايا إيجابية تفوق المخاطر المترتبة عليه**. وتعتبر مكافحة الفساد والتهرب الضريبي للشركات متعددة الجنسيات في قطاع استخراج المعادن أمراً ضرورياً لضمان التحول الناجح لقطاع الطاقة، كما يمكن أن يساعد الدول النامية على تحسين سلسلة القيمة، واستقطاب الأنشطة والأعمال المربحة مثل تصنيع المعادن وتجنب الاعتماد على صادرات الخام الأولي.



يقتصر مفهومنا عن الأمن على التهديدات التقليدية المعروفة، لكن فكرة "الأمن البشري" ساهمت في توسيع مفهومنا عن الأمن ليشمل التهديدات غير التقليدية أيضاً مثل تغير المناخ، وانعدام أمن الطاقة، والفقر، والهجرة، والتلوث، التي يمكن أن تؤثر بشكل غير مباشر أو مباشر على السلام والاستقرار داخل البلدان وفيما بينها على حدٍّ سواء. وبالتالي فإن فهم المخاطر الجيوسياسية المتعلقة بتطوير المواد الخام الحرجة لتحول قطاع الطاقة يتطلب فهماً شاملاً للتهديدات ونقاط الضعف المرتبطة بها (يُرجى الرجوع إلى الجدول 1.3).

الجدول 1.3 بعض المخاطر الاجتماعية والبيئية والخاصة بالحوكمة المرتبطة بالمواد الخام الحرجة

الحلول		الوصف	مجالات الخطر
الاجتماعية	**مجتمعات السكان الأصليين**	ارتبط التعدين بفقدان الأراضي الزراعية والتشريد وانتهاكات حقوق الإنسان ضد مجتمعات السكان الأصليين.	تسهيل المشاركة المجتمعية القوية ووضع خطط استباقية لإيجاد الحلول طوال دورة المشروع.
	ظروف العمل	ترافقت صناعة التعدين عالمياً بظروف عمل شاقة تفتقر إلى الحماية الاجتماعية وقوانين العمل والتشريعات اللازمة.	تنفيذ لوائح السلامة الصارمة وضمان توفير الأجور العادلة وتأمين الحماية الاجتماعية للعمال.
	التعدين الحرفي على نطاق ضيق	ارتبط التعدين الحرفي على نطاق ضيق بظروف العمل الخطيرة، وعمالة الأطفال، والأجور الزهيدة، وغياب الحماية الاجتماعية.	تكثيف الرقابة على قطاع التعدين الحرفي على نطاق ضيق، ومحاورة جميع العاملين فيه وتوفير فرص بديلة لهم لكسب العيش.
البيئية	**التغير المناخي**	يعدُّ قطاع المعادن والتعدين مسؤولاً عن 10% من انبعاثات غازات الدفيئة على مستوى العالم.	زيادة الاستثمارات في كفاءة استخدام الطاقة، والتحول إلى الوقود النظيف ومصادر الطاقة المتجددة، والتوّجه نحو ممارسات التدوير وإعادة التدوير.
	التنوع البيولوجي	يمكن لأنشطة التعدين أن تضر بالتنوع البيولوجي من خلال إزالة الغابات وفقدان الموائل وتآكل التربة.	دمج اعتبارات التنوع البيولوجي في ممارسات التعدين من خلال التخطيط المستدام وإدارة الموارد.
	النفايات والتلوث	يمكن لنفايات التعدين أن تهدد البيئات والمجتمعات المحلية إذا لم تتم إدارتها بشكل صحيح.	اعتماد برامج صارمة للحد من النفايات وإدارتها ومعالجتها وإعادة تدويرها.
	الإجهاد المائي	يتطلب التعدين والتصنيع كميات كبيرة من المياه كما أنهما يزيدان من مخاطر التلوث.	تشجيع ترشيد استخدام المياه عبر إعادة تدويرها، واستخدام المياه المحلاة وابتكار طرق عالية الجودة لتصريف المياه
الحوكمة	**الفساد**	يمكن أن تنشأ مخاطر الفساد في العديد من مراحل مشاريع التعدين، بما في ذلك الترخيص وتحصيل الإيرادات.	تعزيز مبدأ الشفافية والمساءلة والمشاركة العامة وأطر الحوكمة.
	عدم كفاية تحصيل الضرائب	قد يؤدي التهرب الضريبي وعدم كفاية الأطر الضريبية إلى خسائر كبيرة في إيرادات الحكومات المضيفة للمشاريع.	تعزيز الأطر المالية والقدرات الإدارية والتعاون الضريبي الدولي.
	إدارة العائدات	لا يتم تخصيص عائدات المعادن دائماً بطريقة فعّالة تدعم النمو الاقتصادي والتصنيع.	توجيه عائدات المعادن نحو تحقيق التقدّم الصناعي والتنويع الاقتصادي.



ساهمت الصناعة الاستخراجية في انعدام الأمن البشري في الماضي (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي وآخرون، 2016) مما أثار مخاوف الجميع بتفاقم هذه المشكلة جراء استخراج المعادن الحرجة لتمكين تحول قطاع الطاقة. وفي بعض الحالات، تسبب تعدين المواد الخام الحرجة، مثل النحاس والليثيوم والنيكل والكوبالت، بأضرارٍ جسيمة للعمال ومجتمعات السكان الأصليين والبيئة. ولذلك، لا بد من اتباع عمليات استخراج وتصنيع مسؤولة لهذه المواد مع مراعاة تأثيرها على المجتمعات المحلية والبيئة.

وفي حال تحقق تحول قطاع الطاقة بطريقة مدروسة، فقد يكون ذلك هو الأساس لتحقيق الشمول والاستقرار. ويمكن لهذا التحول أن يحفز النمو الاقتصادي، ويقلل مستويات الفقر، ويعود بالمنفعة الاجتماعية والبيئية عبر تسهيل الوصول إلى مصادر طاقة موثوقة وبأسعار مناسبة (آيرينا، 2023أ). وتعتبر الحاجة إلى توسيع وتنويع سلاسل توريد المواد الخام الحرجة الأساس الذي ترتكز عليه القطاعات الاستخراجية، والهدف الذي يدفع البلدان النامية الغنية بهذه المعادن إلى استخراجها وتصنيعها محلياً بالكامل. وقد يساهم التعاون الدولي في تحقيق تحول قطاع الطاقة عبر اتباع مبادئ الاستدامة وحقوق الإنسان والعدالة الاجتماعية بحيث يمكن تقاسم الفوائد بين الجميع.

يناقش هذا الفصل بعضاً من أبرز مخاطر الأمن البشري المرتبطة بتطوير المعادن، بما في ذلك تأثيرها على مجتمعات السكان الأصليين، وحقوق الإنسان، وظروف العمل، وتغير المناخ، واستخدام الأراضي، والأمن المائي. وتختلف هذه المخاطر باختلاف المواد الخام الحرجة، وتترافق مع آثار بيئية واجتماعية واضحة مرتبطة بمعادن محددة. وعلى سبيل المثال، ترافق استخراج الكوبالت في جمهورية الكونغو الديمقراطية بانتهاكات جسيمة لحقوق الإنسان. كما أدى إنتاج النيكل، وخاصة من رواسب اللاتيريت الموجودة بكثرة في إندونيسيا والفلبين، إلى خلق تحديات كبيرة من حيث زيادة الانبعاثات وإزالة الغابات. وساهم استخراج الليثيوم من المحاليل الملحية في أمريكا اللاتينية في تفاقم مشكلة الإجهاد المائي.


© Nick Fox | shutterstock.com

1.3 التوترات الاقتصادية والاجتماعية

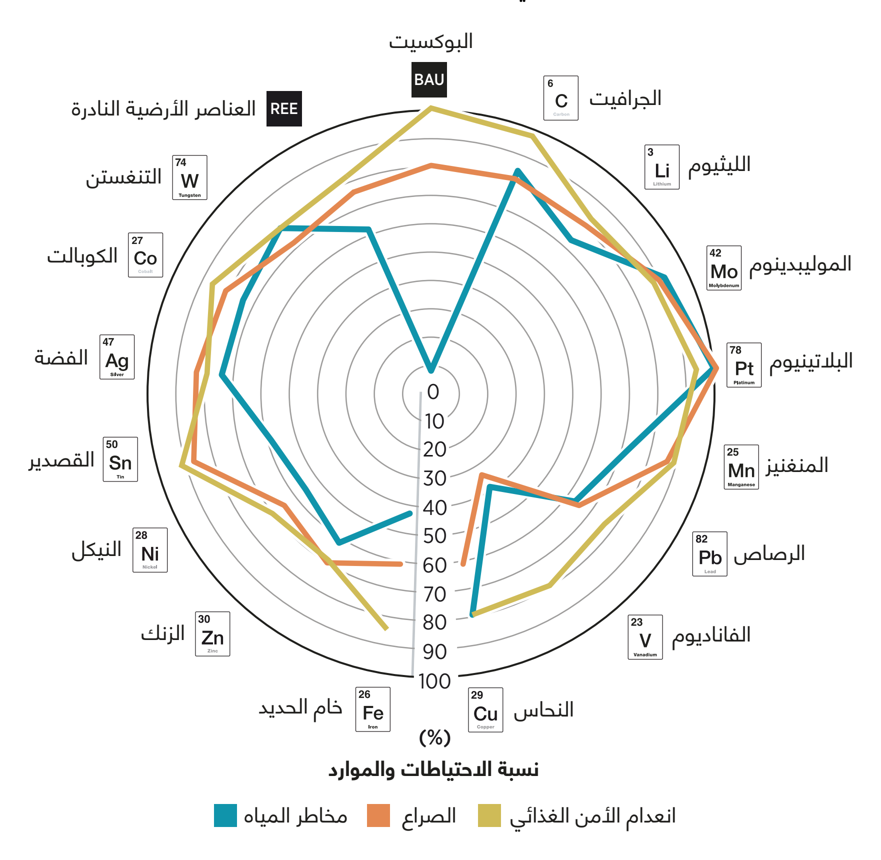
مجتمعات السكان الأصليين وحقوق الإنسان

يؤدي التعدين إلى تشريد مجتمعات السكان الأصليين، كما يمكن أن يفضي إلى فقدان الأراضي والموارد الطبيعية التي تعتبر ضرورية لسبل عيش تلك المجتمعات وممارساتهم الثقافية. ويؤدي نزوح هذه المجتمعات إلى فقدان إمكانية الوصول إلى أراضيها الأصلية، مما قد يفضي أيضاً إلى تعطيل ممارساتها الثقافية وبنيتها الاجتماعية، وفي بعض الحالات، شهد العالم حالات نزوحٍ قسري لمجتمعاتٍ بأكملها (علي، 2009).

وبحسب دراسة حديثة، فإن 54% من المعادن الحرجة لتمكين تحول الطاقة تقبع في أراضي الشعوب الأصلية أو بالقرب منها (أوين وآخرون، 2022)11. وتختلف النسب حسب المعدن، حيث يوجد أكثر من 80% من مشاريع تعدين الليثيوم وأكثر من نصف إنتاج النيكل، ومشاريع تعدين النحاس والزنك في أراضي الشعوب الأصلية. علاوةً على ذلك، غالباً ما تقع مشاريع التعدين في هذه المناطق ضمن بيئات يحدق بها الخطر، حيث يقع أكثر من ثلث مشاريع معادن تحول الطاقة على أراضي السكان الأصليين أو ضمن مقاطعات بالقرب منها، وتواجه تلك المشاريع ثلاثة مخاطر رئيسية تتمثل بندرة المياه والصراع وانعدام الأمن الغذائي (الشكل 1.3) – التي تتواجد مجتمعةً بشكلٍ أساسي في مناطق استخراج البلاتينيوم، يليه الموليبدينوم (76%) والجرافيت (74%). ويقع 91% من احتياطات وموارد البلاتينيوم على أراضي السكان الأصليين أو الفلاحين أو بالقرب منها حيث تواجه هذه المخاطر الثلاثة.

11 ملاحظة: تناول المقال مجموعة من 30 معدناً من المعادن الحرجة لتمكين تحول الطاقة.

الشكل 1.3 مخاطر ندرة المياه والصراع وانعدام الأمن الغذائي التي واجهت مشاريع تعدين المعادن الحرجة الواقعة على أراضي السكان الأصليين أو مقاطعات بالقرب منها



المصدر: (أوين وآخرون، 2022)



حدّد إعلان الأمم المتحدة بشأن حقوق الشعوب الأصلية، الذي اعتمدته الجمعية العامة في عام 2007، إطاراً دولياً لحماية وتعزيز حقوق الشعوب الأصلية، بما في ذلك حقهم في الموافقة الحرة والمسبقة والمستنيرة (الأمم المتحدة، 2007). وعلى الرغم من تشريع هذا الإطار، لا يزال تعدين المعادن الحرجة لتمكين عملية تحول الطاقة يواجه ادعاءاتٍ بانتهاك حقوق الإنسان.

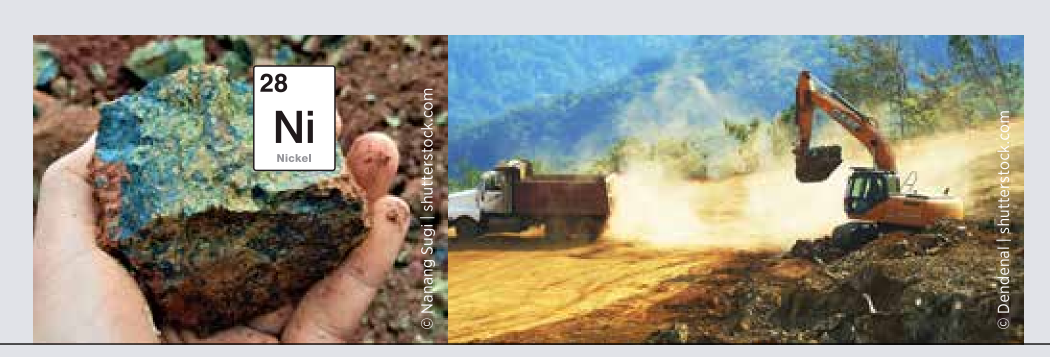
وبحسب مركز أبحاث الأعمال وحقوق الإنسان، الذي يعتبر منظمةً غير حكومية تُعنى بمراقبة 103 كياناً يعملون في استخراج ستة معادن مهمة لتمكين عملية تحول الطاقة - تم الإبلاغ عن 495 ادعاءً بانتهاكات حقوق الإنسان في الفترة بين 2010- 2021. وتشمل الادعاءات إجراء مشاريع على أراضي الشعوب الأصلية دون موافقتهم، وتدنيس الأماكن المقدسة، وزيادة خطر العنف ضد نساء الشعوب الأصلية والتهديدات البيئية لموارد المجتمعات التي تواجه تأثيرات تغير المناخ (مركز الأعمال وحقوق الإنسان، 2022)، ويعدّ نضال السكان الأصليين ضد منجم فينيكس للنيكل في غواتيمالا خير مثالٍ على العديد من هذه القضايا (انظر الإطار 1.3).

الإطار 1.3 حقوق السكان الأصليين والمقاومة ضد منجم فينيكس للنيكل في غواتيمالا

كان منجم فينيكس للنيكل في غواتيمالا (المملوك لشركة تابعة لشركة سولواي إنفستمنت جروب السويسرية) في خضم صراعٍ اجتماعي لسنوات عديدة. واتهم نشطاءٌ من السكان الأصليين المنجم بالتسبب في آثار بيئية واجتماعية شديدة على المجتمعات المجاورة، وتعرضت الشركة لانتقاداتٍ بسبب عدم تشاورها مع مجتمعات السكان الأصليين المحليين وصيادي شعوب المايا كيكشي، وعدم احترام حقوقهم في الأرض والموارد (الأمم المتحدة، 2011).

واجه المنجم احتجاجاتٍ نددت به لأول مرة في عام 2014، عندما اتهمت المجتمعات المحلية الشركة بتلويث الأنهار القريبة وكذلك بحيرة إيزابال، أكبر بحيرة في البلاد. وعلى الرغم من دحض الشركة هذه الاتهامات، إلا أن التوترات استمرت في التصاعد، وتفاقم الوضع في عام 2017، عندما تم نشر عناصر الشرطة وقوات الأمن لقمع الاحتجاجات، وأصيب العديد من الأشخاص في هذه الاشتباكات وفارق أحد المتظاهرين الحياة إثر ذلك. وقد أدى ذلك إلى لفت أنظار المجتمع الدولي، وتنامي الأصوات والدعوات التي تنادي بمحاسبة الشركة على أفعالها (كوفي، 2022).

وفي عام 2019، علقت الحكومة الغواتيمالية العمل في منجم فينيكس، مشيرةً حينها إلى مخاوف بشأن فشل الشركة في الامتثال للوائح البيئية. وطعنت الشركة في القرار، وقامت بمواصلة عمليات التعدين وسط معركة قانونية. وفي عام 2021، قضت المحكمة العليا في غواتيمالا بإمكانية استئناف المنجم عملياته، على الرغم من أن المجتمعات المحلية ومنظمات حقوق الإنسان التي تحارب الضرر البيئي وتنادي بحقوق الإنسان، عارضت القرار (دانيلز، 2022). وبقي منجم فينيكس قضيةً مثيرة للجدل، مما يسلط الضوء على ضرورة تعزيز قدرٍ أكبر من المساءلة واحترام حقوق الشعوب الأصلية في قطاع التعدين.



© Nanang Sugi | shutterstock.com
© Dendenal | shutterstock.com

وقد أدى استخراج المعادن إلى خلق ظروفٍ وحالاتٍ مماثلة في مناطق السكان الأصليين في أماكن أخرى. فعلى سبيل المثال، في أونتاريو، كندا، أثار استخراج المعادن الحرجة مخاوف بشأن تأثيره المحتمل على الأراضي التقليدية للشعوب الأصلية (دوفور، 2023). ونأتي هنا على ذكر مثال آخر في عام 2020، عندما أثارت شركة ريو تينتو انتقاداتٍ عامة كبيرة بسبب هدمها بشكل قانوني كهفين قديمين ومقدسين في منطقة جوكان جورج في منطقة بيلبارا بغرب أستراليا بحجة توسيع منجمٍ لخام الحديد (بيرتون وباريت، 2020).

تؤكد هذه التحديات على أهمية ضمان التشاركية والأخذ بالأصوات المجتمعية داخل قطاع التعدين، الأمر الذي يتطلب التمثيل العادل وإشراك المجتمعات المحلية بدءاً من مراحل التخطيط الأولية للمشروع، وضمان سماع أصواتهم ومعالجة مخاوفهم طوال دورة حياة المشروع. كما ينبغي لشركات التعدين أن تضمن استفادة المجتمعات المحلية والشعوب الأصلية من عائدات التعدين، كالاستثمار في البنية التحتية المحلية وتنمية المجتمع. ومن خلال بناء الثقة وتوطيد العلاقات مع المجتمعات المحلية، لا تعمل شركات التعدين على تعزيز الرخاء المتبادل فحسب، بل تمهد الطريق أيضاً أمام أساسٍ متينٍ من الثقة مع المستثمرين وصنّاع القرار (لجنة تحولات الطاقة، 2023).


© Gilles Paire | shutterstock.com

ظروف العمل والتوظيف

يعاني قطاع التعدين من نقص العمالة وظروف العمل غير الجيدة. وتفتقر العديد من البلدان الغنية باحتياطات المعادن إلى قوانين الحماية الاجتماعية وقوانين العمل المتينة. ويؤدي هذا إلى شحّ الأجور وخلق ظروف عمل دون المستوى المطلوب، ونعلم بذلك أنّ استخراج معادن تحول للطاقة يمكن أن يسهم في استغلال العمالة وانتهاكات حقوق الإنسان.

وتتفاقم التهديدات المحيطة بظروف العمل من خلال ممارسة التعدين الحرفي على نطاق ضيق على نطاق واسع، الذي غالباً ما يكون غير رسمي وغير منظم، حيث يعيش العمال في كثير من الأحيان ظروفاً خطرة ويتقاضون أجوراً منخفضة، مع الافتقار لحماية اجتماعية تحيط بهم. ويعد التعدين الحرفي على نطاق ضيق أمراً شائعاً في عالم تعدين المعادن مثل الكوبالت، ولكنه يرتبط أيضاً بممارسات العمل الاستغلالية، وعمالة الأطفال، والتلوث (والآثار الصحية المرتبطة به) والتدهور البيئي. وبالتالي، يتطلب الانتقال العادل والمستدام في مجال الطاقة معالجة التحديات المرتبطة بالتعدين الحرفي على نطاق ضيق(انظر الإطار 2.3).

الإطار 2.3 التعدين الحرفي على نطاق ضيق

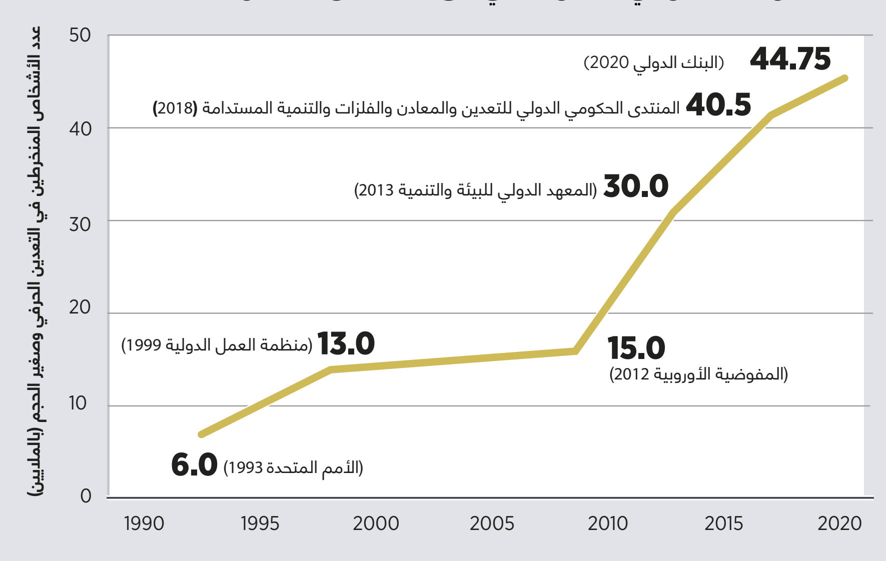
في جميع أنحاء العالم، ينخرط ما يقرب من 45 مليون شخص في 80 دولة بشكل مباشر في التعدين الحرفي على نطاق ضيق12، بالإضافة إلى 134 مليون شخص آخرين يشاركون بشكل غير مباشر في الصناعات التي تدعم هذا القطاع (البنك الدولي، 2020أ). وقد زاد عدد الأشخاص المنخرطين في التعدين الحرفي على نطاق ضيق قرابة سبعة أضعاف منذ أوائل التسعينيات (الشكل 2.3 والشكل 3.3).

ويعزى نمو التعدين الحرفي على نطاق ضيق على مدى العقدين الماضيين إلى تراجع سبل تحصيل الموارد البديلة وتزايد الطلب على المعادن من تقنيات الطاقة منخفضة الكربون والطاقة النظيفة، من بين أمور أخرى (مركز فلورنسا باسكوم لعلوم الأرض، 2019؛ البنك الدولي، 2020أ). فعلى سبيل المثال، ينتج القطاع ما بين 18% إلى 30% من الكوبالت في العالم، وهو معدن رئيسي للبطاريات يدعم التحول العالمي للطاقة النظيفة (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، 2019). وتشمل المعادن الأخرى ذات الصلة بتحول الطاقة المستخرجة من خلال التعدين الحرفي على نطاق ضيق العناصر الأرضية النادرة المستخرجة في ميانمار والنحاس المستخرج في البيرو وجمهورية الكونغو الديمقراطية، (أونج، 2022؛ بانكوك بوست، 2021).

وعلى الرغم من أن التعدين الحرفي على نطاق ضيق يؤدي في كثير من الأحيان إلى الحد من الفقر، وزيادة الدخل القومي، والمساهمة في عائدات التصدير للبلدان النامية (هيلسون، 2002)، فإنه يواجه العديد من التحديات (الواردة أدناه)، التي يجب معالجتها.

- **المخاوف المتعلقة بالصحة والسلامة**: يتميز التعدين الحرفي على نطاق ضيق بعدم مراعاة الشروط الصحية والسلامة المهنية لعمال المناجم حيث يتعرض عمال التعدين الحرفي على نطاق ضيق لمخاطر جسدية ومخاطر صحية سامة، وهم أكثر عرضة لخطر الإصابة بالأمراض المعدية والسرطان، مما يجعل مهمتهم واحدة من أخطر المهن (لاندريجان وآخرون، 2022).
- **انتهاك حقوق العمل وحقوق الإنسان**، بما في ذلك عمالة الأطفال: قطاع التعدين الحرفي على نطاق ضيق ليس رسمياً ولا يتمتع بلوائح تنظيمية كافية ووافية، مما يخلق العديد من التحديات لعمال المناجم، بدءاً من الافتقار إلى معدات السلامة المناسبة والآلات المتهالكة (كيسي، 2019) إلى الأجور اليومية المنخفضة (باتينسون، 2021). وتمثل عمالة الأطفال تحدياً كبيراً لهذه الصناعة منخفضة التكلفة وشحيحة التقنيات وكثيفة العمالة. ويعمل في تعدين الكوبالت أطفال لا تتجاوز أعمارهم عشر سنوات بأجور يومية تتراوح بين 3.50 و10 دولارات أمريكية، حيث يقومون بالمهام الخطرة والشاقة المتمثلة في الحفر تحت الأرض وحمل أكياس ثقيلة وغسل الكوبالت المستخرج في النهر (فليمنج، 2018).

الشكل 2.3 عدد الأشخاص المنخرطين في التعدين الحرفي على نطاق ضيق(بالملايين)



المصدر: (ديلف، 2023).

12 تُعرِّف منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية التعدين الحرفي على نطاق ضيق بأنه "عمليات تعدين رسمية أو غير رسمية ذات أشكال مبسطة في الغالب ترمي للاستكشاف والاستخراج والمعالجة والنقل". تتطلب أعمال التعدين الحرفي على نطاق ضيق عادةً رأس مالٍ أقل وتستخدم تقنياتٍ تحتاج إلى عمالة كبيرة."

يتبع في الصفحة التالية ◄

الإطار 2.3 التعدين الحرفي على نطاق ضيق(تتمة)

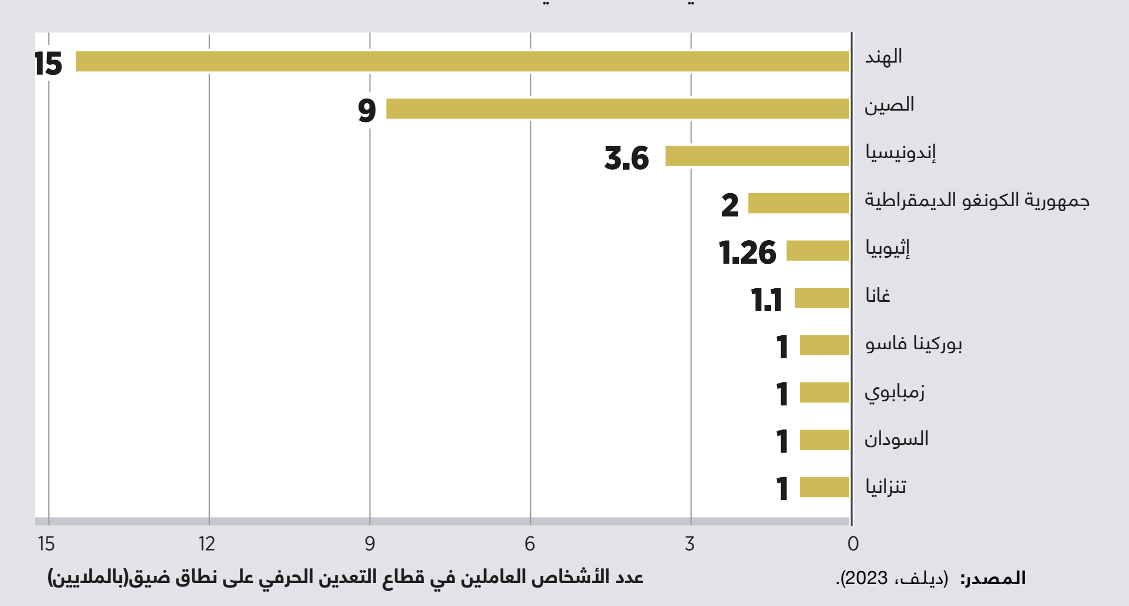
- **التدهور البيئي:** يؤدي التعدين الحرفي على نطاق ضيق في الغالب إلى تدهور بيئي كبير، حيث يؤثر سلباً على موارد المياه والتربة بشكل عام، وذلك عند تصريف النفايات السائلة الناتجة عنه في البيئة دون معالجتها بالشكل المناسب (جيامفي وآخرون، 2019). وبالإضافة إلى تفاقم التلوث، تتسبب أنشطة هذا التعدين كذلك في إزالة الغابات، مما يهدد المنظومات البيئية المحلية والخدمات التي تقدمها (سيرفر جلوبال، 2020).

- **الخسائر الاقتصادية:** تشكل خسارة الإيرادات الضريبية بسبب التعدين والتجارة غير القانونيين أحد تحديات قطاع التعدين الحرفي على نطاق ضيق(نوتستالر، 1995). علاوةً على ذلك، يؤدي انخفاض الإيرادات المالية إلى تقييد قدرات الحكومات على القيام بالواجبات التنظيمية واستدامة ممارسات التعدين غير المنظمة (تاراس-والبيرج، 2002).

- **النزاع المسلح:** يساهم عدم وجود هيكل رسمي وامتداد جغرافي واسع النطاق إلى استخراج السلع الأساسية والإتجار بها وبيعها عبر قنوات غير رسمية. مما قد يؤدي بدوره إلى تمويل المنظمات الإجرامية أو الإرهابية من خلال هذه الأنشطة، وهذا يزيد من خطر النزاعات والعنف وتصعيد الإرهاب داخل الدول، مما قد يؤثر أيضاً على تفاعلاتها (العلم من أجل عالم متغير، 2022).

وفي السنوات الأخيرة، حاولت العديد من الحكومات اعتماد التعدين الحرفي على نطاق ضيق، وأدى ذلك إلى تعرض عمال المناجم الذين يعملون بشكل غير قانوني إلى آثار غير مقصودة. فعلى سبيل المثال، لجأ عمال المناجم في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى إلى التعدين الحرفي غير القانوني بعد أن أدى تنظيم قطاع التعدين ضيق النطاق غير الرسمي في المنطقة إلى فرض إجراءات بيروقراطية طويلة الأمد للحصول على التراخيص المطلوبة (محمد بانشيريفا، 2006). علاوةً على ذلك، فإن إضفاء الطابع الرسمي على التعدين الحرفي لا يخلو من التحديات لأنه يتطلب تغييرات تشريعية، وتدريب عملي لعمال المناجم العاملين في قطاع التعدين الحرفي على نطاق ضيق، واستثمارات رأس المال في القطاع (فيجا ومارشال، 2019). ولذلك سيحتاج هذا القطاع إلى اتباع منهجية تصاعدية (من القاعدة إلى القمة) لتحديد السياسات التي تُفضي إلى مناخ ينسجم مع أنشطة التعدين الحرفي على نطاق ضيق(ماكوناتشي وهيلسون، 2011).

الشكل 3.3 أبرز 10 دول مشاركة في التعدين الحرفي على نطاق ضيق من حيث عدد الأفراد (بالملايين)

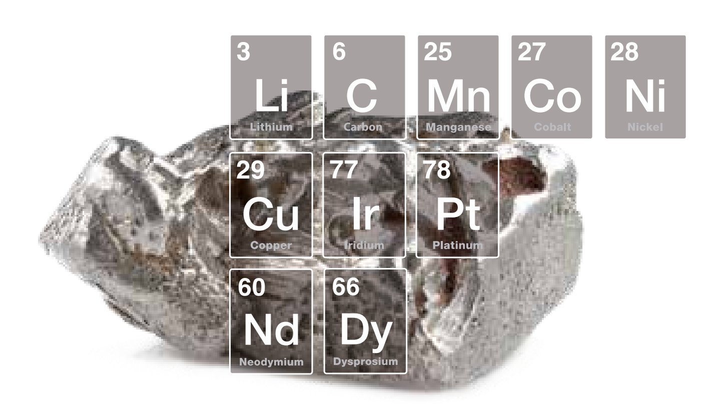


المصدر: (ديلف، 2023).


© Nada B | shutterstock.com
© Mark Agnor | shutterstock.com

لا ترتبط كافة عمليات استخراج المعادن الحرجة لتحول الطاقة بظروف العمل السيئة، ففي بعض الحالات، قد تعود هذه العمليات بالمنفعة على المناطق المهمشة على الصعيد الاقتصادي، وذلك من خلال توفير فرص العمل الضرورية. فعلى سبيل المثال، قد يساهم بناء المناجم ومرافق المعالجة الجديدة في توفير المزيد من الوظائف في المجتمعات المتضررة من انخفاض مستوى التصنيع أو الانكماش الاقتصادي. وفي عام 2021، منحت وزارة الطاقة الأمريكية 19 مليون دولار أمريكي لمبادرات إنتاج العناصر الأرضية النادرة وبقية المواد الخام الحرجة في المجتمعات المعتمدة على الوقود الأحفوري، بما فيها منطقة الآبالاش، التي تضررت بشدة نتيجة تراجع صناعة الفحم (وزارة الطاقة الأمريكية، 2021).

كما يمثل تحقيق صافي الانبعاثات الصفري تحدياً كبيراً بالنسبة لقطاع التعدين والمجتمعات المعتمدة عليه. وبينما يسيطر الفحم على القطاع من حيث الحجم والقيمة، فإن موضوع انخفاضه يعد أمراً محتوماً. وبخلاف ذلك، من الممكن أن ينمو الطلب على المعادن الحرجة لتحول الطاقة مثل الكوبالت والليثيوم والنيكل. في حين أن هذه المعادن قد لا تسد أرباح الفحم بالكامل، إلا أنها يمكن أن تساعد في تعويض الخسائر لشركات التعدين، مما يسمح لها بتعديل محافظها وتخصيص رأس مالها وفقاً لذلك. ولكن بالنسبة لعمال الفحم والمجتمعات المتخصصة في ذلك، لن يكون التحول ممكناً إلا إذا كانت الرواسب المعدنية قريبة من السطح.



2.3 أمن المناخ والأرض والمياه

التغير المناخي

يعد تحول الطاقة استجابة مهمة لتهديدات التغير المناخي التي من شأنها مضاعفة الخطر على الاستقرار الجيوسياسي. وفي الوقت ذاته، يعد قطاع المعادن والتعدين مسؤولاً عن 10% من انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية؛ ويعزى 7% منها إلى إنتاج الحديد، و2% لإنتاج الألمنيوم، والباقي من إنتاج المعادن الأخرى (جامعة لوفان الكاثوليكية، 2022) – التي تشمل الانبعاثات الناتجة من تعدين ومعالجة المواد الخام الحرجة. 13

وبالنسبة لمعظم المعادن، يكون الصهر والتكرير مسؤولين عن الجزء الأكبر من انبعاثات غازات الدفيئة. أما بالنسبة للدول التي توجد فيها المصاهر ومصافي التكرير، فيعد مزيج الكهرباء محركاً رئيسياً لانبعاثاتها الإجمالية. واليوم، يتم تكرير حصة كبيرة من المعادن والفلزات في الصين ودول أخرى باستخدام شبكة تكرير تعتمد على الفحم.

ويتفاوت حجم الانبعاثات بين المعادن، حيث يعد استهلاك الطاقة وانبعاثات غازات الدفيئة كبيراً بالنسبة لكل طن، ولا سيما بالنسبة للألمنيوم، والكوبالت، والنيكل، والسيليكون، والعناصر الأرضية النادرة. في حين تعد نسبة الاستهلاك السنوي للطاقة والانبعاثات الناتجة عنها هي الأعلى بالنسبة للألمنيوم، ويُعزى ذلك إلى كميات الإنتاج السنوية الكبيرة منه. ويعتمد الطلب على الألمنيوم في قطاع الطاقة على عمليات نشر الطاقة الشمسية الكهروضوئية (بنسبة 87%) وطاقة الرياح (بنسبة 10%)، بينما يعتمد الطلب على إنتاج الكوبالت والجرافيت والليثيوم والنيكل بشكل أساسي على تقنيات تخزين الطاقة، ولا سيما البطاريات.

وتعتبر مساهمة تقنيات الطاقة المتجددة في انبعاثات غازات الدفيئة بسيطة جداً مقارنةً بتقنيات الوقود الأحفوري، على الرغم من أن كثافتها المعدنية عالية. بينما يتسبب إنتاج المعادن وتشغيل تقنيات الطاقة النظيفة بنسبة 6% من الانبعاثات، التي تنتج عن توليد الطاقة باستخدام الفحم والغاز (البنك الدولي، 2020ب). فعلى سبيل المثال، تولد السيارات الكهربائية والعاملة على البطارية انبعاثات إجمالية أقل بكثير من مركبات محركات الاحتراق الداخلي التقليدية على مدار دورات حياتها، على الرغم من أنها تتطلب معادن أكثر من الأخيرة (الوكالة الدولية للطاقة، 2021).

ومن الممكن خفض الانبعاثات الناتجة عن تعدين المعادن ومعالجتها من خلال زيادة الاستثمارات في كفاءة استهلاك الطاقة والتحول إلى أنواع وقود أنظف وكهرباء منخفضة الكربون. وفي عام 2022، أعلنت شركة "فيرست كوانتوم مينيرال" الكندية للتعدين عن خطط لتوليد 430 ميجاواط من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لعمليات تعدين النحاس في زامبيا، التي تضم أكبر مناجم النحاس في أفريقيا (هيل وميتيمينجي، 2022). وفي الوقت ذاته، عقدت شركة أنجلو أمريكان للتعدين، عدة صفقات لإنتاج الطاقة المتجددة الرامية لتلبية جميع متطلبات الطاقة لعمليات تعدين النحاس في شيلي اعتباراً من عام 2021، وتعدين خام الحديد والنيكل في البرازيل اعتباراً من عام 2022 وعمليات تعدين النحاس في البيرو اعتباراً من عام 2022 (أنجلو أمريكان، 2021). كما أطلقت الشركة ذاتها كذلك نموذجاً مبدئياً لأول شاحنة نقل مناجم هجينة تعمل بالهيدروجين والبطارية، وهي شاحنة معدلة تعمل بالديزل، في منجم موغالاكوينا البلاتيني في شمال شرق جنوب أفريقيا (أنجلو أمريكان، 2023).

13 يركز هذا القسم الفرعي على تأثيرات الانبعاثات الناتجة عن التعدين فقط.

وتلعب إدارة نهاية دورة الحياة (إعادة الاستخدام، وإعادة التوظيف، وإعادة التدوير) أيضاً دوراً محورياً في تقليل الانبعاثات، حيث من الممكن أن تقلل من الانبعاثات المتعلقة بعمليات التعدين بشكل كبير، هذا إن لم تقض عليها بشكل تام. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يتمتع الألمنيوم الثانوي المعاد تدويره ببصمة كربونية تمثل نسبة 5% فقط من البصمة الكربونية المتعلقة بإنتاج الألمنيوم الأولي (شركة الألمنيوم الأوروبية، 2020). 14 كما من الممكن أن تساهم الزيادة في عمليات إعادة التدوير في التحول نحو نظام طاقة أكثر استدامة، وذلك على الرغم من وجود العقبات المستمر، مثل التأكد من توفر مخلفات المعادن والمحافظة على نقاء المواد لتطبيقات معينة. ومن المهم كذلك الحد من كثافة الانبعاثات في عمليات إعادة التدوير (آيرينا، سيصدر قريباً). ومع إحراز تقدم في عمليات تحول الطاقة ووصول التقنيات إلى نهاية عمرها الافتراضي، سيساهم استرداد المواد وإعادة استخدامها أيضاً في تقليل الانبعاثات على امتداد سلاسل القيمة.

استخدام الأراضي والتنوع البيولوجي والنفايات

يعد التعدين نشاطاً واسع النطاق يعود بتأثيرات واسعة على سطح الأرض. إلى جانب المناجم نفسها، تشمل مناطق التعدين أيضاً مكبات النفايات وبرك المياه ومرافق المعالجة الصناعية (موس وآخرون، 2020). ومن الممكن أن تُفضي أنشطة التعدين إلى مجموعة واسعة من الآثار الضارة على المناظر الطبيعية وتفسح المجال لنزاعات استخدام الأراضي.

وعلى مدار العقدين الماضيين، توسعت عمليات تعدين المعادن لتشمل منظومات متنوعة بيولوجياً (لوكيندر وآخرون، 2021). وقد ساهم ذلك بشكل مباشر وغير مباشر في إزالة الغابات، حيث كان الفحم والذهب مسؤولين عن نسبة 71% من عمليات إزالة الغابات المرتبطة بالتعدين بشكل مباشر على الصعيد العالمي (الصندوق العالمي للطبيعة، 2023). كما تسبب تطوير البنية التحتية للتعدين، والمستوطنات، والزراعة من خلال المستوطنات، وتلوث المياه والتربة في 7% من إزالة الغابات العالمية بشكل غير مباشر (هوند وريد، 2019).

بينما تؤثر أنشطة التعدين على نطاق واسع على الغابات، فمن الممكن أن تؤثر كذلك على المنظومات الأخرى المتنوعة بيولوجياً، مثل الأراضي العشبية والرطبة والموائل المائية، مما يتسبب في تآكل التربة والمياه وتلوثهما وفقدان موائل الأنواع المهددة بالانقراض. وكثيراً ما تُفضي آثار التعدين البيئية إلى نزاعات حول استخدام الأراضي بين شركات التعدين والمجتمعات المحلية ومجموعات المحافظة على البيئة، مما يؤدي إلى معارك قانونية أو عنف في بعض الحالات.

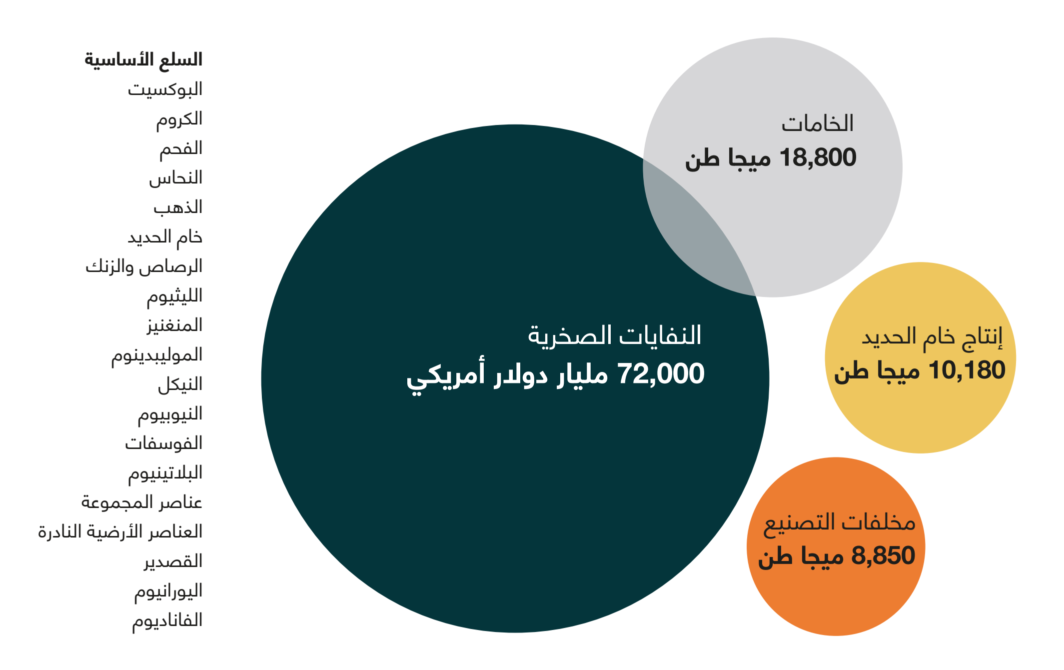
ومن الممكن أيضاً أن يُشكّل التعدي أضراراً على إمكانية استخدام الأراضي بسبب النفايات والتلوث الذي ينتجه، حيث تنتج عمليات التعدين أكبر كميات من النفايات على مستوى العالم، وبأشكال مختلفة، فعلى سبيل المثال، الغطاء الترابي أو الصخري (التربة أو الصخور التي تغطي رواسب معدنية)، والنفايات الصخرية (المواد المستخرجة مع الخام) ومخلفات التصنيع (النفايات الناتجة عن التصنيع). وأظهر تقدير صدر عام 2016 أن استخراج المعادن والفلزات ولّد أكثر من 70 مليار طن متري من النفايات الصخرية وأكثر من 8 مليارات طن من مخلفات التصنيع في العام ذاته (الشكل 4.3).

وقد أدى الانخفاض في درجة تركيز الفلز في الخام بالفعل إلى مضاعفة حجم النفايات المتولدة لكل وحدة من المعادن المنتجة (مود، 2010). وستساهم الزيادة في استخراج الفلزات والمعادن إلى زيادة نفايات التعدين. كما يولد إنتاج طن متري من النحاس ما يقارب 540 طناً من النفايات الصخرية و200 طناً من مخلفات التصنيع (باكر وآخرون، 2020). 15 ويمكن أن يولد تعدين النحاس والنيكل والمنغنيز والليثيوم ما يقارب تريليون طن من النفايات مجتمعة من عام 2020 وحتى عام 2050 (فالنتا وآخرون، 2023).

14يقارن هذا بين واردات الألومنيوم الأولي إلى أوروبا (10.6 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل طن من الإنتاج) وإعادة التدوير (0.5 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل طن من الإنتاج).

15تم حسابه من الشكل 5 في باكر وآخرون (2020).

الشكل 4.3 الحجم المقدر لمخلفات التصنيع و النفايات الصخرية والخام المنتجة في عام 2016



المصدر: (باكر وآخرون، 2020).

يتم ترسيب الصخور المتراكمة والنفايات في المواقع أو نقلها إلى مناطق مخصصة خارجها للتخلص منها. وخلاف ذلك، يتم تخزين مخلفات التصنيع عادةً في البِرَك التي تحتويها السدود، التي من الممكن أن تؤدي إلى انزلاق التربة، والتسبب في أضرار بيئية واسعة النطاق وتهديد المجتمعات المجاورة (روش وآخرون، 2017). كما أن المواد السامة الموجودة في مخلفات التصنيع قد تعرض البيئة والحياة البرية المحلية للخطر. وتعد كارثة سد برومادينيو التي وقعت في عام 2019 في مجمع تعدين خام الحديد في ميناس جرايس بالبرازيل، خير مثال على مدى الأضرار الكارثية التي تسببها مثل هذه الأحداث؛ إذ أدى فشل السد إلى تسرب حوالي 10 ملايين متر مكعب من نفايات المناجم، مما أسفر عن مقتل 270 شخصاً وألحق أضراراً كارثية بالبيئة والمجتمعات المحلية المحيطة (بيكولو وآخرون، 2022). وفي إطار تقديم الحلول لإدارة المخلفات في مواقع التعدين، تضخ بعض المناجم مخلفاتها مباشرة في المسطحات المائية القريبة، مثل الأنهار أو المحيطات، مما يتسبب في تلوث واسع النطاق (انظر الإطار 3.3).



الإطار 3.3 ممارسة التخلص من مخلفات التصنيع في البحر المثيرة للجدل


© THP Creative | shutterstock.com

تم منع تقنيات التخلص من النفايات في البحر في العديد من الدول، ولكنها لا تزال مستخدمة في الكثير من مواقع التعدين الساحلية، بما في ذلك إندونيسيا، والنرويج، وبابوا غينيا الجديدة، والفلبين. 16

ويتم إلقاء مخلفات التعدين في منجم رامو للنيكل والكوبالت في بابوا غينيا الجديدة، الواقع في جنوب المحيط الهادئ، مباشرةً في المحيط. وسادت المخاوف حول التلوث المحتمل للأسماك والمأكولات البحرية الأخرى بعد أن تسببت عدة تسربات في أنابيب المصفاة في تحول مياه المحيط إلى اللون الأحمر القرمزي. وبالرد على هذه المخاوف، منعت حكومة مقاطعة مادانغ الصيد في أكتوبر 2019، مما حرم السكان المحليين من أحد أهم مصادر رزقهم. وفي عام 2020، رفع أكثر من 5000 قروي والحكومة المحلية دعوى قضائية ضد مشغلي منجم رامو للنيكل المملوك للصين، مطالبين بإنهاء عمليات إلقاء النفايات في المحيط (ساندرسون، 2022).

وتعد هذه الدعوى بمثابة مثال واحد على المعارضة المتزايدة لعمليات التخلص من مخلفات التصنيع في البحر. ولطالما أعربت المجموعات البيئية والمجتمعية عن مخاوفها المتعلقة بآثار هذه الممارسات على المنظومات البحرية وصحة الإنسان. ويعد إطلاق المعادن والمواد الكيميائية السامة في المحيطات أحد أبرز أشكال الضرر المحتمل، الذي يمكن أن يتراكم في الحياة البحرية والمأكولات البحرية التي يستهلكها البشر.

وقد أدى ذلك إلى اتخاذ العديد من الدول قرار حظر أو تقييد عمليات التخلص من مخلفات التصنيع في البحر، وتم تحديد معايير دولية لإدارة مخلفات التصنيع لحماية الأشخاص والهيئات البيئية من الأضرار الناتجة عن ذلك (مثل معايير المجلس الدولي للتعدين والمعادن "ICMM"). كما يتم حث شركات التعدين على استكشاف طرق بديلة لإدارة المخلفات، مثل التراص الجاف، الذي يتضمن تصفية وتجفيف النفايات لإنتاج مواد أكثر استقراراً يمكن تخزينها على الأرض.

ويمكن لسياسات إدارة النفايات الصارمة أن تقلل من التلوث المحلي الذي يخلفه التنقيب عن المواد الخام الحرجة ونقلها ومعالجتها. وينبغي أن تعزز هذه الجهود تبني التقنيات المتقدمة وأفضل الممارسات التي تركز على الحد من النفايات وإعادة استخدامها وتدويرها في المقام الأول. بالإضافة إلى ضمان معالجة المنتجات الثانوية- التي يحتمل أن تكون ضارة- والتخلص منها بشكل صحيح (مراجعة المخلفات العالمية، 2020؛ معايير المجلس الدولي للتعدين والمعادن، 2021، 2022 أ). ويمكن تنفيذ برامج شاملة للاستصلاح وإعادة التأهيل إلى جانب برامج إدارة النفايات لتحسين مواقع التعدين التي تعاني من خلل ما لتتماشى مع الرفاه الإيكولوجي والمجتمعي. كما يمكن لشركات التعدين المساهمة بالعديد من الأنشطة الرامية للمحافظة على التنوع البيولوجي والخدمات البيئية واستعادتها من خلال الاستثمار في استعادة الأراضي بعد التعدين، بما في ذلك جهود إعادة التشجير وإعادة إنشاء الموائل الطبيعية (براش وتولفانين، 2016).

16لم تفرض إندونيسيا حظراً على التخلص من مخلفات التصنيع في البحر، لكنها أعلنت في فبراير 2021 أن مشاريع التعدين الجديدة التي تستخدم هذه التقنية لن تحصل على تصريح للعمل.

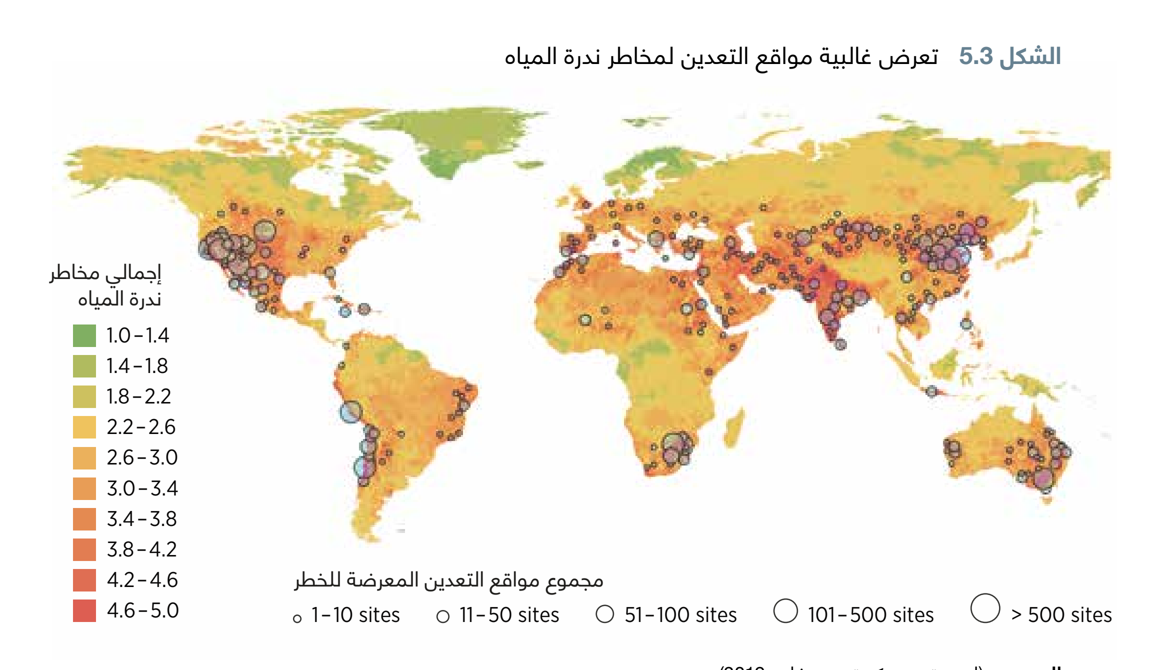
الإجهاد المائي

يمكن أن تؤدي مشاريع تعدين المواد الخام الحرجة إلى تفاقم الإجهاد المائي. فعلى سبيل المثال، يتركز حوالي نصف الإنتاج العالمي من النحاس والليثيوم في المناطق ذات الإجهاد المائي العالي (غيلين وآخرون، 2022ب؛ آيرينا، سيصدر قريباً)، وهذا يشمل "مثلث الليثيوم"، وهي منطقة غنية بالليثيوم (65% من احتياطات الليثيوم في العالم) تقع في جبال الأنديز وتمتد عبر ثلاث دول هي الأرجنتين وبوليفيا و شيلي.

وعلى الصعيد العالمي، تبرز سبع مناطق مهمة للتعدين تعاني من الإجهاد المائي وهي: آسيا الوسطى، وجبال الأنديز، وأستراليا، ومنطقة الشرق الأوسط، وأفريقيا الجنوبية، ومنطقة كبيرة في غرب أمريكا الشمالية (الشكل 5.3).

ويتطلب التنقيب عن المعادن الخام ومعالجتها كميات كبيرة من المياه اللازمة لعمليات الضخ، والمعالجة، والتسخين، والتبريد. وعلى الرغم من أن استخدام المياه العذبة لأنشطة التعدين يمثل جزءاً صغيراً فقط من استهلاكها على الصعيدين العالمي والوطني، إلا أنه يمكن أن يؤثر بشكل كبير على موارد المياه العذبة المحلية مسبباً تدهور جودتها وتقليل كمية المياه المتاحة (ميسنر، 2021). كما يمكن لأنشطة التعدين مثل التخلص من المخلفات في المجاري المائية، وتصريف الصخور الحمضية، ومكبات الحطام الصخري أن تلوث المسطحات المائية السطحية والجوفية (آي وآخرون، 2018). ومع استمرار انخفاض نسب خامات المعادن، تتفاقم الحاجة للمزيد من المياه اللازمة لإنتاج طن من المعدن. يمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة إجهاد توريدات المياه المحلية وتعريض المناطق التي تواجه بالفعل إجهاداً مائياً كبيراً لمخاطر مائية أكبر. ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم شح المياه، مما يشكل تحدياً كبيراً لقطاع التعدين (نورثي وآخرون، 2017).

الشكل 5.3 تعرض غالبية مواقع التعدين لمخاطر ندرة المياه



المصدر: (لابورت-بيسكيت ومورغان، 2019).

ملاحظة: ينظر إطار تقييم مخاطر المياه التابع للصندوق العالمي للطبيعة في ثلاثة أنواع من مخاطر الأحواض والمخاطر التشغيلية المرتبطة بالمياه: المادية والتنظيمية ومخاطر السمعة. يمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات عن المنهجية عبر الموقع الإلكتروني https://riskfilter.org/water/explore/data-and-methods.

إخلاء المسؤولية: تم إدراج الخريطة لأغراض توضيحية فقط. الحدود الموضحة في الشكل لا تقر أو تدل ضمناً على موافقة الوكالة.

الإطار 4.3 الأمن المائي، واستخراج الليثيوم، والسكان الأصليين في صحراء أتاكاما في شيلي

يمكن استخراج الليثيوم من الصخور الصلبة، أو من المحاليل الملحية عن طريق عملية التبخر التي تتطلب تكثيف الماء المتبخر. وتتجلى التأثيرات الاجتماعية والبيئية لتقنية تبخير المحلول الملحي في منطقة "سالار دي أتاكاما" في شيلي، حيث توجد أكبر عملية لإنتاج الليثيوم في العالم عن طريق المحاليل الملحية.

في تقنية التبخير، يتم ضخ المحلول الملحي، وهو ماء مالح يحتوي على الليثيوم، من الخزانات الجوفية إلى أحواض كبيرة في الهواء الطلق، ثم تتم عملية فصل الليثيوم عن طريق عملية التبخير الشمسي، الأمر الذي قد يستغرق شهوراً عدة، ثم يتبخر 90% من محتوى الماء الأصلي للمحلول الملحي (فيرا وآخرون، 2023). ويبدي علماء الهيدرولوجيا قلقاً متزايداً من إمكانية تأثير أنشطة التعدين على النظم البيئية الحيوية وحرمان مجتمعات السكان الأصليين من مصادر المياه الأساسية، مما يؤدي إلى تفاقم الجفاف في الصحراء (بيرس، 2022).

وقد أدت هذه المخاوف وغيرها إلى زيادة المطالبات بتحقيق العدالة المائية، والاحتجاجات ضد عمليات التعدين (خيريز وآخرون، 2021)، فقد استخدم السكان المحليون، بما في ذلك مجتمعات السكان الأصليين مثل كولا، وأتاكاما، وليكانانتاي، وأيمارا مختلف السبل، بما في ذلك الإجراءات القانونية وحواجز الطرق والمظاهرات، للاحتجاج على التهديد الذي تتعرض له أنماط حياتهم وأمنهم المائي (لوند سيفيلد، 2022).


© Jose Luis Stephens | shutterstock.com
© MarcvanKessel.com | shutterstock.com

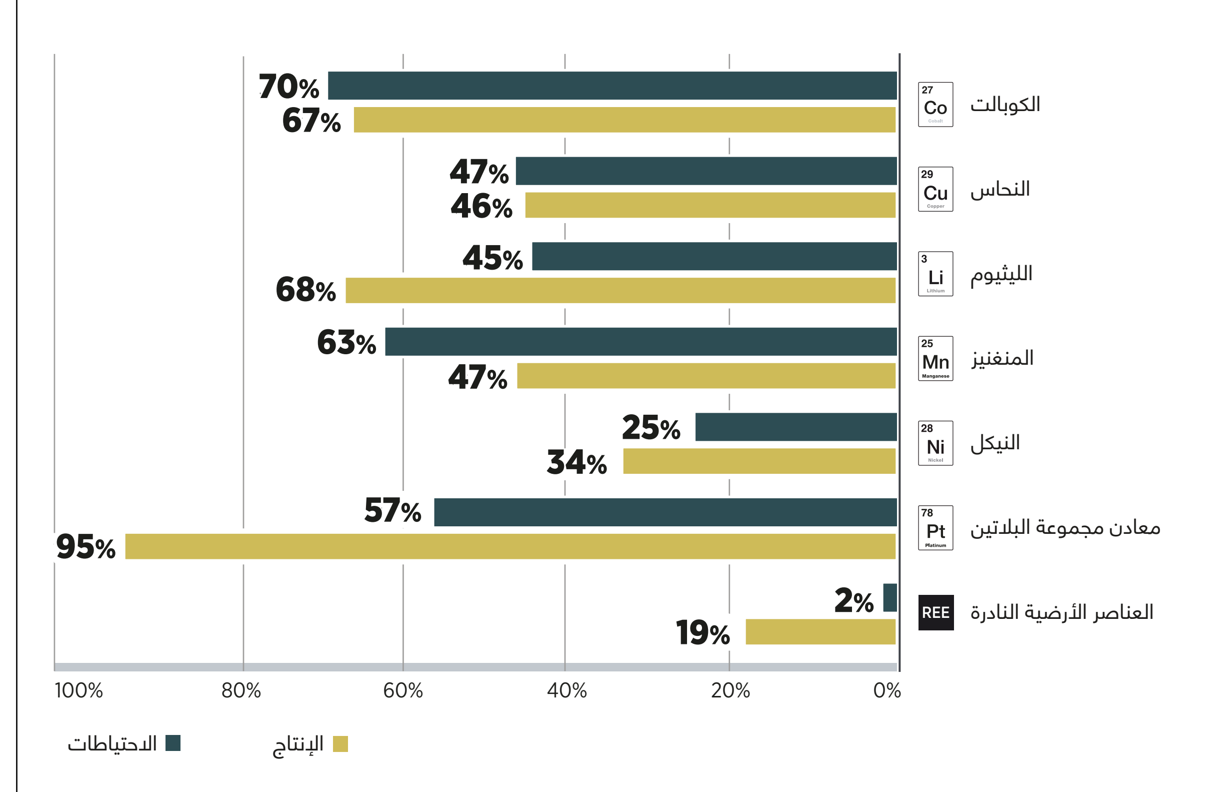
يتطلب الحد من تأثير التعدين، من حيث المياه، على السكان المحليين والنظم البيئية بذل المزيد من الجهود لحفز توفير المياه في مواقع المناجم، وزيادة إعادة استخدام المياه وتدويرها، وتحفيز استخدام إمدادات المياه المحلاة، وضمان تصريف المياه بشكل مسؤول وبجودة مناسبة (لجنة تحولات الطاقة، 2023؛ المجلس الدولي للتعدين والمعادن، 2014).

3.3 مسار تنموي جديد

التعدين والبلدان النامية

يتركز الإنتاج العالمي لمعادن تحول الطاقة الرئيسية غالباً في البلدان النامية (بيانات التعدين العالمية، 2022)، مع أن بعضها يمتلك حصصاً أقل بكثير من إنتاجها العالمي من الاحتياطات (الشكل 6.3). فعلى سبيل المثال، تبلغ حصة غينيا من الإنتاج العالمي للبوكسيت، وهو معدن رئيسي لإنتاج الألمنيوم، %6.5 فقط، بينما تمتلك %63 من ال احتياطات العالمية. وتمتلك دولة بوليفيا متعددة القوميات 21 مليون طن من احتياطات الليثيوم- أكثر من أي دولة أخرى - لكنها أنتجت أقل من 1% من الإمدادات العالمية في عام 2021. وتتمثل إحدى القضايا الرئيسية في أن العديد من المناطق النامية لا تزال غير مستكشفة بشكل كافٍ وتفتقر إلى رسم الخرائط الجيولوجية الأساسية، مما يسبب مخاطر تجارية لشركات التعدين (المركز الأفريقي لتنمية المعادن، 2018).

الشكل 6.3 حصة البلدان النامية من الإنتاج العالمي من المعادن و احتياطاتها (باستثناء الصين)، 2017



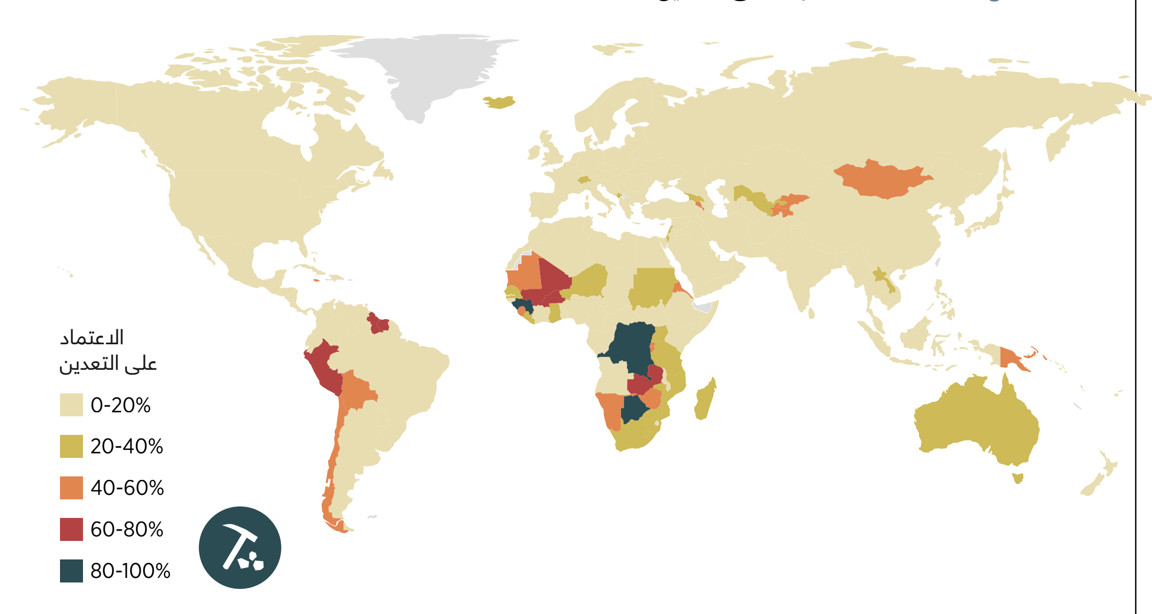
المصدر: (البنك الدولي، 2017).

ملاحظة: تشمل البلدان النامية البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل، باستثناء الصين.

على الرغم من أن المعادن الأساسية قد تلعب دوراً أقل أهمية من النفط في النشاط الاقتصادي العالمي، إلا أنها تعد مهمة في إطار هذا النشاط لنحو ثلث الأسواق الناشئة والاقتصادات النامية (البنك الدولي، 2021)، التي يعتمد بعضها بشكل كبير على عائدات التصدير الناتجة عن التعدين، حيث يعود أكثر من 80% من عائدات صادرات بوتسوانا وجمهورية الكونغو الديمقراطية وغينيا، على سبيل المثال، إلى قطاع التعدين (انظر الشكل 7.3).

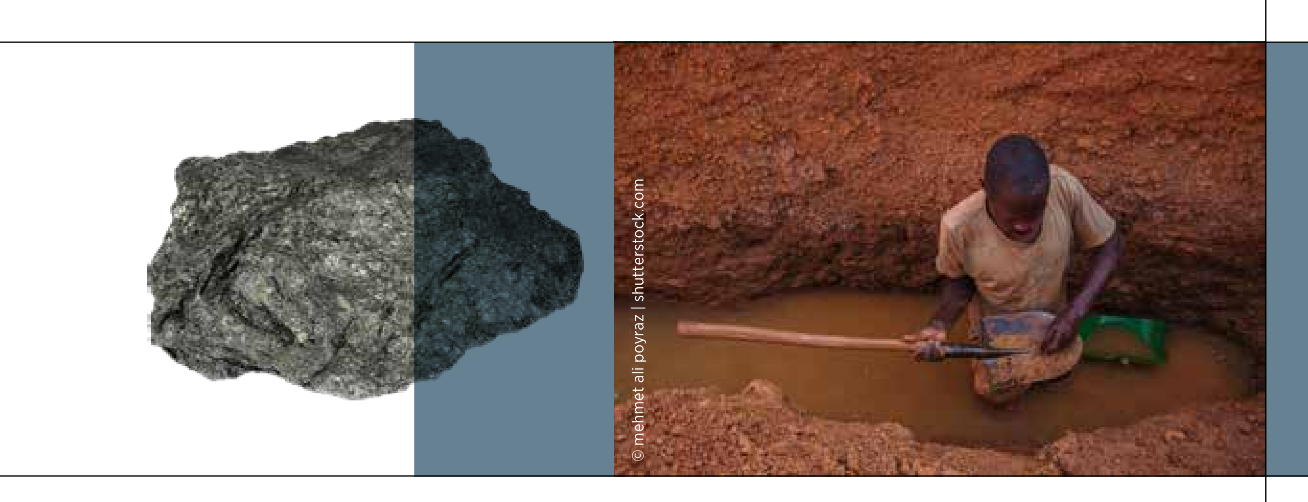


الشكل 7.3 اعتماد الصادرات على التعدين، 2018-2019



المصدر: (مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، 2019).

إخلاء المسؤولية: تم إدراج الخريطة لأغراض توضيحية فقط. الحدود الموضحة في الشكل لا تقر أو تدل ضمناً على موافقة الوكالة.


© mehmet ali poyraz | shutterstock.com

تجنب لعنة الموارد

غالباً ما تسعى البلدان النامية لتحقيق الاستفادة الكاملة من مواردها المعدنية القيمة، وهي ظاهرة تعرف باسم "لعنة الموارد". ويشير هذا المصطلح إلى الوضع المتناقض المتمثل في تسجيل البلدان الغنية بالموارد الطبيعية نمواً اقتصادياً أبطأ، ومستويات فقر أعلى، وحوكمة أضعف من البلدان محدودة الموارد. وغالباً ما يعزى ذلك إلى عوامل عدة مثل الاعتماد المفرط على قطاع واحد من الاقتصاد، ونهج البحث عن الريع والفساد.

ومع تزايد الطلب على المعادن، تغدو معالجة هذه المخاطر بشكل عاجل أمراً بالغ الأهمية لتوفير إمدادات مستقرة ومستدامة. ويعد الفساد في سلاسل التوريد المعدنية أحد أبرز هذه المخاطر (معهد حوكمة الموارد الطبيعية، 2022)، حيث يمكن أن تتعرض سلسلة قيمة المواد الاستخراجية للفساد عبر جميع نقاطها، بما في ذلك مسألة تراخيص الاستكشاف والاستخدام، وكذلك تحصيل الإتاوات والرسوم والضرائب (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، 2016). وتزداد مخاطر الفساد بشكل خاص عند السعي الحصول على حقوق التعدين لاسيما مع اندفاع الشركات لتأمين التراخيص، حيث قد يتعرض المسؤولون لضغوط كبيرة لتقديم تنازلات بشأن تقييمات الأثر البيئي والاجتماعي، والعناية الواجبة بشكل عام، لتسريع استصدار الموافقات (كلارك، 2023).

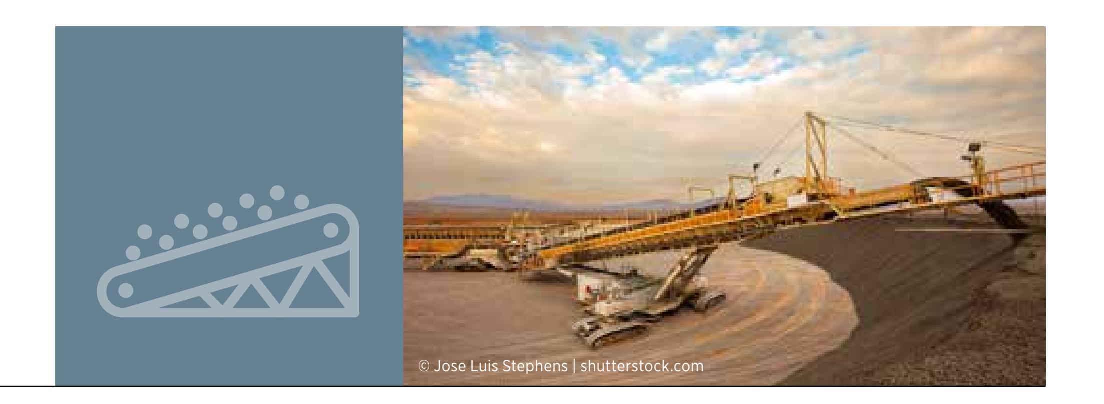
يكمن التحدي الآخر في غموض الأنظمة الضريبية المتعلقة بسلاسل القيمة للمعادن الانتقالية، التي تسبب خسائر فادحة في الإيرادات للحكومات (ستورمان وآخرون، 2022). ويشكل تآكل الوعاء الضريبي ونقل الأرباح تحديات كبيرة في مجال الحوكمة، حيث تحول الشركات متعددة الجنسيات أرباحها إلى ولايات قضائية ذات معدلات ضريبية منخفضة. وتنتشر هذه الظاهرة بشكل خاص في قطاع المعادن الحرجة لتحول الطاقة، حيث تتحكم هيكليات المؤسسات المتكاملة والشراكات العالمية في سلاسل القيمة. كما يمكن أن تسبب إجراءات عمليات التسعير غير العادلة التي يتم اتخاذها قبل عملية الإنتاج خسائر كبيرة في الإيرادات للحكومات المضيفة، حيث تشير البحوث إلى أن التهرب الضريبي للشركات متعددة الجنسيات يؤدي إلى حدوث خسائر سنوية تقارب 600 مليون دولار أمريكي في ضريبة دخل الشركات من قطاعات التعدين في دول أفريقيا جنوب الصحراء وحدها (ألبرتين، جيورجيا وآخرون، 2021).

ولمعالجة الفساد والتهرب الضريبي، لا بد من التأكيد على أهمية المؤسسات والسياسات المدروسة لاستثمار إيرادات المعادن بشكل فعال في التنمية الاجتماعية والاقتصادية. وتوفر الرؤى التاريخية دروساً قيمة حول كيفية تجنب البلدان للعنة الموارد وتعظيم الفوائد التي تجنيها من مواردها المعدنية، حيث توضح أمثلة سابقة أنه يمكن التخفيف من الآثار السلبية للاعتماد على المعادن من خلال التنويع الاقتصادي، ودعم تطوير المخزون المحلي، والاستثمار في البنية التحتية ورأس المال البشري، وتعزيز هيكليات الحوكمة الشاملة (المؤسسة الأفريقية للمناخ، 2022). ويمكن أن تستفيد البلدان من التجارب السابقة الناجحة لدعم التنمية الصناعية والتنويع الاقتصادي لديها.



© Sunshine Seeds | shutterstock.com

© Insight-Photography | shutterstock.com


© Jose Luis Stephens | shutterstock.com

فرصة جغرافية اقتصادية

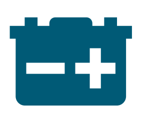
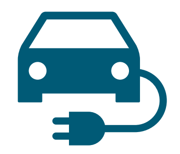
يمثل الارتفاع المتوقع في الطلب على الموارد المعدنية جرّاء تحول الطاقة والرقمنة فرصةً مثلى لاستقطاب تدفقات استثمارية جديدة. وفي حال إدارة هذه الإيرادات الجديدة من الموارد بشكل صحيح، فإنها يمكن أن تساهم في تحقيق ازدهار اقتصادي طويل الأجل، وتوفير وظائف خضراء جديدة، وتعزيز التنمية المحلية المستدامة.

والسؤال الرئيسي هو: هل يسمح تحول الطاقة للبلدان النامية والناشئة بالارتقاء في مستوى سلسلة القيمة، واستقطاب أنشطة ذات هامش أعلى، بالإضافة إلى زيادة صادراتها من الخامات الأولية؟ وتفرض المواد المعالَجة ارتفاعاً كبيراً على أسعار الخامات غير المكررة، مما قد يؤدي إلى تحسين الميزان التجاري، وخفض تكلفة مدخلات مشاريع البنية التحتية والصناعية، مما يساهم في حفز التنمية الاقتصادية المحلية (هندريكس، 2022).

ورغم أن استخراج العديد من معادن البطاريات يتم في البلدان النامية بما في ذلك أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية، إلا أن الأعمال الفعلية المتعلقة بالقيمة المضافة، مثل الصهر والتكرير وتجميع الخلايا وإنتاج المركبات الكهربائية، غالباً ما تتم في أماكن أخرى. وكما يوضح الشكل 8.3، يحظى تعدين النيكل والليثيوم والكوبالت بحصة 0.6% فقط من إجمالي سلسلة قيمة المركبات الكهربائية (1.1% إذا تم تضمين صهر المعادن وتكريرها).

ويعد الارتقاء في سلسلة القيمة خطوةً مهمة على الصعيدين السياسي والاقتصادي، ولكنه يشكل تحدياً كبيراً للعديد من البلدان النامية التي تفتقر في كثير من الأحيان إلى البنية التحتية المطلوبة، والخبرة التقنية، والوصول إلى عوامل الإنتاج الأخرى، مثل القوى العاملة الماهرة، والطاقة معقولة التكلفة. وقد يؤدي التوسع غير المنظم في الإمكانات المحلية لهذه البلدان في المعالجة والتكرير إلى تفاقم الآثار البيئية والاجتماعية الناجمة عن الاعتماد على مصادر المواد الخام المستخدمة في المركبات الكهربائية وغيرها من تقنيات تحول الطاقة (جونز وآخرون، 2023).



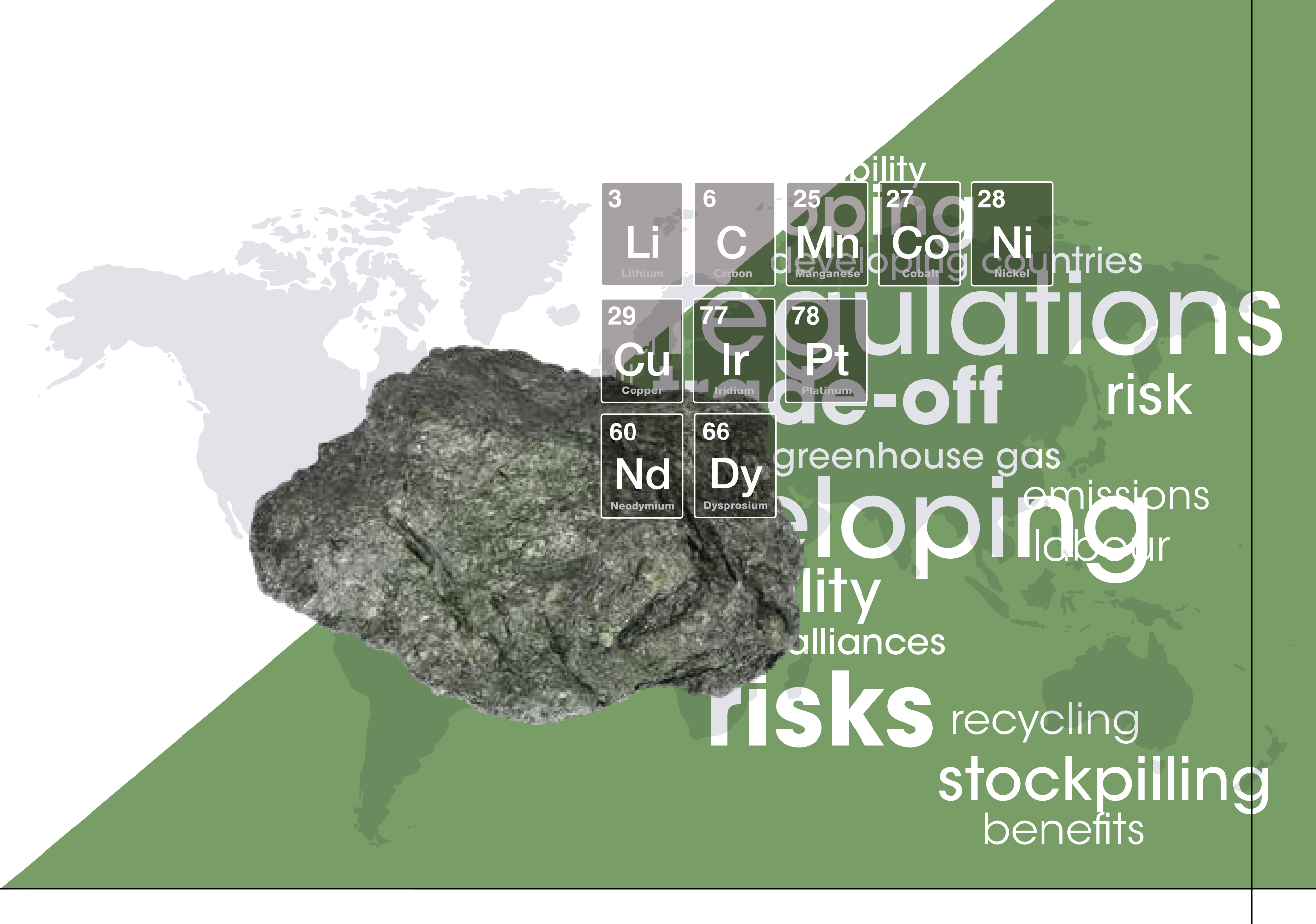
الشكل 8.3 القيمة المقدرة لسلسلة قيمة معادن البطاريات والمركبات الكهربائية بحلول عام 2025

المرحلة	القيمة	الوصف
التعدين	11 مليار دولار	يتم استخراج النيكل والليثيوم والكوبالت من المناجم ويتم سحقهم ليصبحوا "مركزات معدنية" في موقع المنجم.
المعادن	44 مليار دولار	تتم معالجة مركزات المعادن عن طريق الصهر والتكرير وغيرها من التقنيات لإنتاج معادن من الدرجة الصناعية.
إنتاج السلائف	271 مليار دولار	يتم تحويل المعادن المعالجة إلى مادة كيميائية تكون بمثابة أساس لصنع قطب البطارية.
إنتاج الخلايا	387 مليار دولار	يتم تجميع الأقطاب مع الأنود والعازل والكهارل في علبة من الألومنيوم لصنع خلية البطارية.
تجميع الخلايا	1200 مليار دولار	يتم تجميع العديد من الخلايا لتكوين حزمة البطارية.
المركبات الكهربائية	7000 مليار دولار	يتم دمج حزمة البطارية مع العديد من العناصر الأخرى، لكل منها سلاسل القيمة الخاصة بها، لإنشاء مركبة كهربائية.

مقتبس من: (اللجنة الاقتصادية لأفريقيا ودييني وآخرون، 2022؛ اللجنة الاقتصادية لأفريقيا، 2021).

الفصل 4

استراتيجيات للحد من المخاطر وإتاحة فرص جديدة



النقاط الرئيسية

- تعمل العديد من البلدان على تطوير استراتيجيات للحد من ضعف سلاسل توريد المواد الخام الحرجة. وتهدف هذه الاستراتيجيات إلى تأمين الوصول إلى المواد، وتعزيز الإنتاج المحلي، والحد من الاعتماد على مورد أو منطقة واحدة.

- تتضمن بعض الجهود نتائج لا ضرر منها، بما في ذلك وضع استراتيجيات وطنية للمواد الحرجة، والتقييم الدوري لأهمية المعادن، وتعزيز التحالفات والشراكات الدبلوماسية.

- قد تنطوي الجهود الأخرى على مقايضات أو مخاطر. فعلى سبيل المثال، تهدف العديد من البلدان إلى توطين سلاسل توريد المواد الخام الحرجة. ويستهدف الاتحاد الأوروبي الوصول إلى 10% من استخراج المعادن المحلية و40% من معالجتها محلياً بحلول عام 2030، في حين يعمل قانون الحد من التضخم في الولايات المتحدة على تحفيز المصادر المحلية وتكوين علاقات ودية مع موردي المعادن المستخدمة في المركبات الكهربائية. ويتطلب تحقيق هذه الأهداف الموازنة بين الاعتبارات الاقتصادية والبيئية والاجتماعية.

- يتطلب التخزين الاستراتيجي للمواد اعتبارات حذرة لمنع ضيق الأسواق وزيادة الأسعار، مما قد يبطئ التحول العالمي إلى الطاقة النظيفة. كما يمكن أن يعوق التخزين المتكرر أيضاً تنويع سلسلة التوريد وخلق القيمة المحلية، حيث لا تستطيع جميع البلدان الاحتفاظ باحتياطات كبيرة.

- تسارعت الجهود المبذولة لتقليل استهلاك المواد وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها إلى جانب محاولات تعزيز متانة سلاسل التوريد، التي يمكن تخفيف الضغط عنها من خلال كفاءة استخدام الطاقة، وتوفير الطاقة، وتغيير سلوكيات المستهلكين. ومع ذلك، فإن إعادة التدوير تبدو واعدة في المدى المتوسط والطويل الأجل نظراً لأنه يتطلب معدل دوران كبير للمخزون قبل أن يصبح التوريد الثانوي كبيراً.

- تتخذ الدول النامية خطوات لتحقيق أقصى استفادة من مواردها المعدنية حيث تكتسب طريقة فرض القيود على التصدير اهتماماً خاصاً باعتبارها وسيلة لاستقطاب عمليات التصنيع والصناعات التحويلية الأخرى، وذلك على الرغم من عدم ضمان نجاحها. ويمكن للبلدان أن تحصل على حصص أكبر من الثروة المعدنية عبر إبرام علاقات تعاونية إقليمية.

- على الرغم من إطلاق العديد من المبادرات وووضع الأطر التنظيمية لتعزيز سلاسل توريد المعادن المسؤولة والمستدامة والشفافة على وجه السرعة، فسيكون من الصعب فرض الامتثال حتى في حالة وجود معايير العناية الواجبة والتدقيق وإصدار الشهادات لسلاسل التوريد. ومعظم المبادرات ذات الصلة طوعية، ويجب أن تتلاءم المعايير مع آليات وعمليات التحقق والتصديق.





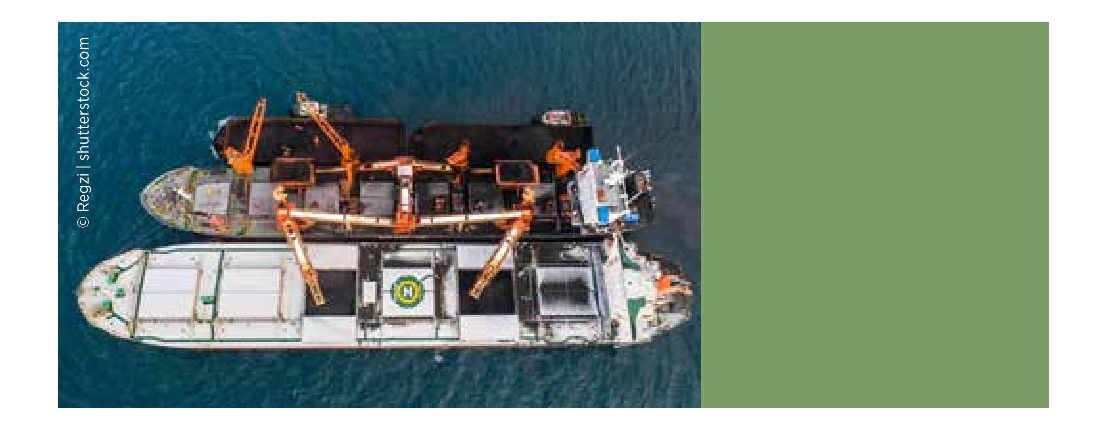
يقدم هذا الفصل نظرة عامة شاملة على المبادرات التي اتخذتها الهيئات العالمية العامة والخاصة لضمان إمدادات موثوقة وعادلة من المواد الخام الحرجة (الجدول 1.4). كما يسعى إلى تقديم رؤى لصانعي السياسات وأصحاب المصلحة في القطاع والجهات الفاعلة الرئيسية الأخرى من خلال دراسة مزايا وعيوب كل استراتيجية.

الجدول 1.4 استراتيجيات لضمان إمدادات موثوقة وعادلة من المواد الخام الحرجة

التدابير الخارجية	التدابير المحلية	مجالات الخطر
تأمين الوصول إلى المواد الخام الحرجة	■ تقييمات واستراتيجيات المواد الخام الحرجة الوطنية ■ سياسات لدعم إعادة التوطين، والتعاون مع دول الجوار والحلفاء ■ سياسات تقليل وإعادة استخدام وإعادة تدوير المخزون الاستراتيجي	■ اتفاقيات التجارة والاستثمار الدولية ■ التعاون التنظيمي (على سبيل المثال فيما يتعلق بالمعايير) ■ اعتمادات التصدير لاستثمارات التعدين في الخارج ■ الشراء المشترك (نادي المشترين)
زيادة الفوائد المحلية للدول الغنية بالمعادن	■ إعادة التفاوض على الضرائب والعوائد ■ إنشاء شركات حكومية مملوكة للدولة للاستفادة من الموارد. ■ المصادرة/التأميم	■ القيود والضرائب على التصدير ■ متطلبات المعالجة المحلية ■ فحص الاستثمار الأجنبي ■ التعاون الإقليمي في سلاسل القيمة المعدنية



© Natali Nekrasova | shutterstock.com
© Evgeny_V | shutterstock.com


© Regzi | shutterstock.com

1.4 التوترات الاقتصادية والاجتماعية

أثار تركز تعدين وتصنيع المواد الخام الحرجة في عدد قليل من الدول المخاوف بشأن موثوقية سلاسل التوريد العالمية، مما دفع الحكومات وأصحاب المصلحة إلى تطوير استراتيجيات للحد من نقاط الضعف في هذه السلاسل. وتهدف هذه الاستراتيجيات إلى تأمين الوصول إلى المعادن والمواد الخام الحرجة، وتعزيز الإنتاج المحلي، والحد من اعتماد أي مورد أو منطقة واحدة.

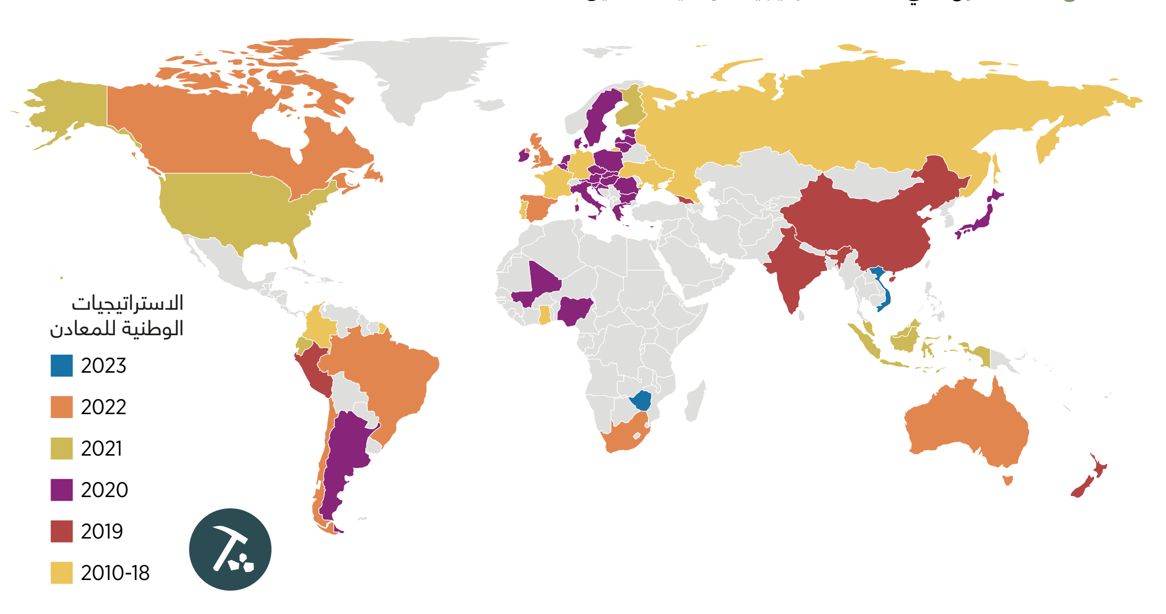
ويستكشف هذا القسم خمسة أساليب رئيسية:

- تطوير استراتيجيات المواد الخام الحرجة
- توطين وإعادة تصميم سلاسل التوريد
- دبلوماسية المواد الخام الحرجة
- التخزين الاستراتيجي
- تقليل الاستهلاك وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير

استراتيجيات المعادن الحرجة

يدرك عدد متزايد من البلدان الأهمية الاستراتيجية لسلاسل توريد المعادن، ويقومون بإعداد وتطوير استراتيجيات وطنية للمواد الحرجة (الإطار 1.4 والشكل 1.4). وبالنسبة للبلدان التي تعتمد على استيراد تلك المواد، فإن الهدف الأساسي يتلخص في توقع المخاطر المحتملة على الإمداد والتعويض عنها، في حين تسعى البلدان الغنية بالثروات المعدنية إلى تعزيز القدرة التنافسية لقطاعات التعدين لديها واستقطاب الاستثمارات.

الشكل 1.4 الدول التي تعتمد استراتيجيات وطنية للتعدين، 2010-2023



ملاحظة: تُوضح الخريطة الاستراتيجيات والرؤى ووثائق السياسات الوطنية بشأن المواد الخام الحرجة. ولم يُحتفظ بقوانين التعدين أو اللوائح المحددة.

إخلاء المسؤولية: تم إدراج الخريطة لأغراض توضيحية فقط. الحدود الموضحة في الشكل لا تقر أو تدل ضمناً على موافقة الوكالة.



الإطار 1.4 استراتيجيات المواد الخام الحرجة التي تم تحديثها أو تبنيها مؤخراً

أستراليا: اعتمدت استراليا لأول مرة استراتيجية خاصة بها للمعادن الحرجة في عام 2019، وقامت بتحديثها في عام 2022. وتهدف هذه الاستراتيجية لتحويل أستراليا إلى "قوة عالمية للمعادن الحرجة" بحلول عام 2030، وتوسيع قائمة هذه المواد لتشمل الألومينا والسيليكون عاليي النقاء لأهميتهما الكبيرة في تصنيع تقنيات مثل بطاريات الليثيوم أيون وأشباه الموصلات. وتهدف الاستراتيجية أيضاً إلى تعزيز فرص العمل والنمو الإقليمي من خلال الاستثمار في تطوير قطاع المعادن، ومساعدة أستراليا على الانتقال إلى التصنيع النهائي لمنتجات ذات قيمة مضافة أعلى .

البرازيل: في عام 2021، أطلقت البرازيل سياستها الوطنية الاستراتيجية لدعم المعادن (وزارة المناجم والطاقة، 2021)، التي تركز على عملية الترخيص البيئي وتنفيذ مشاريع التعدين الاستراتيجية لنمو الدولة. وأنشأت البرازيل أيضاً لجنة مشتركة بين الوزارات المعنية لتحليل المشاريع المعدنية الاستراتيجية، وحددت هذه اللجنة قائمة من 14 معدناً استراتيجياً (قرار اللجنة الوزارية لتحليل مشاريع التعدين الاستراتيجية رقم 2/2021) تشمل الليثيوم والكوبالت والنيكل والجرافيت والعناصر الأرضية النادرة. وفي عام 2022، أصدر الرئيس البرازيلي مرسوماً بإطلاق سياسة وطنية للمعادن، وإنشاء المجلس الوطني لسياسة المعادن (المرسوم رقم 11,108).

الاتحاد الأوروبي: في عام 2023، اقترحت المفوضية الأوروبية قانون المواد الخام الحرجة الذي تم إصداره استناداً إلى مبادرة المواد الخام لعام 2008 وخطة العمل لعام 2020 بشأن المواد الخام الحرجة. وتحدد اللائحة التنظيمية للقانون أربعة أهداف هي: (1) تعزيز قدرات الاتحاد الأوروبي في جميع مراحل سلاسل القيمة للمواد الخام الاستراتيجية بما في ذلك الاستخراج والتصنيع وإعادة التدوير؛ و(2) تنويع مصادر الإمداد الخارجية؛ (3) تعزيز قدرة الاتحاد على مراقبة والحد من مخاطر التوريد؛ و(4) زيادة دائرية واستدامة المواد الخام الحرجة المستهلكة في الاتحاد. وفيما يتعلق بالهدف الأول، حددت اللائحة التنظيمية أهدافاً رئيسية للمواد الخام الاستراتيجية في عام 2030:

- استخراج ما لا يقل عن 10% منها في الاتحاد الأوروبي
- تصنيع ما لا يقل عن 40% منها في الاتحاد الأوروبي
- إعادة تدوير ما لا يقل عن 15% منها في الاتحاد الأوروبي
- توريد ما لا يزيد عن 65% من الاستهلاك السنوي للاتحاد الأوروبي لكل مادة خام استراتيجية في أي مرحلة تصنيع من دولة ثالثة واحدة.

كما تحدد اللائحة التنظيمية إطاراً لاختيار وتنفيذ المشاريع الاستراتيجية - داخل الاتحاد الأوروبي وخارجه - التي يمكنها الاستفادة من التصاريح السريعة وعمليات التمويل الإضافي. وتنص اللائحة كذلك على إنشاء مجلس أوروبي للمواد الخام الحرجة يتولى تقديم المشورة للمفوضية الأوروبية والدول الأعضاء، بالإضافة إلى وضع إطار عمل لمناقشة الشراكات الاستراتيجية مع دول ثالثة. وستقوم المفوضية بجمع معلومات من كيانات عامة أو خاصة عن المخزونات الاستراتيجية المتاحة لدى الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، كما ستنشئ نظاماً للشراء المشترك للمواد الخام الحرجة من دول ثالثة.

يتبع في الصفحة التالية ◄

www.industry.gov.au/data-and-publications/2022-critical-minerals-strategy

الإطار 1.4 استراتيجيات المواد الخام الحرجة التي تم تحديثها أو تبنيها مؤخراً

الهند: في عام 2019، أقرت الهند سياستها الوطنية للمعادن التي تهدف إلى تعزيز قطاع المعادن المحلي، وتقليل الاعتماد على الواردات، ودعم مبادرة "صنع في الهند". وتشدد السياسة على ضرورة اعتماد ممارسات التعدين المستدامة بيئياً، ومشاركة أصحاب المصلحة، والتوزيع العادل للثروة المعدنية. وتعطي السياسة الأولوية لدعم أنشطة التنقيب المحلي عن المعادن الحرجة أو الاستراتيجية لقطاع الطاقة (وزارة المناجم، 2019). ومع ذلك، لا توجد قائمة رسمية بالمواد الحرجة/ الاستراتيجية لتحول قطاع الطاقة.

اليابان: في مارس 2020، تبنت اليابان استراتيجية دولية جديدة لموارد الطاقة مثل النفط والغاز الطبيعي المسال، وأكدت الاستراتيجية على أهمية تخزين المعادن النادرة. وتتولى المؤسسة الوطنية اليابانية للنفط والغاز والمعادن تقديم القروض وغيرها من أشكال الدعم اللازم لتطوير المعادن في الخارج، بما في ذلك التنقيب والتعدين والصهر. وتسعى الحكومة اليابانية من خلال هذه الاستراتيجية إلى تعزيز التعاون مع الدول المشاركة عبر مختلف مراحل سلاسل التوريد (وكالة الموارد الطبيعية والطاقة، 2020).



جنوب أفريقيا: في أبريل 2022، أصدرت حكومة جنوب أفريقيا استراتيجية التنقيب والخطة التنفيذية لقطاع التعدين، التي تهدف إلى استقطاب الاستثمار الأجنبي في مجال التنقيب، وتسريع مسار التنقيب عن المعادن الجديدة، وتعزيز الاستخدام المسؤول للموارد المعدنية في الدولة وفقاً لمبادئ الحوكمة البيئية والاجتماعية وحوكمة الشركات. كما تهدف الاستراتيجية إلى تخصيص ما يزيد على 5% من الإنفاق الوطني على التنقيب خلال السنوات الثلاث إلى الخمس المقبلة، وتسهيل المتطلبات التنظيمية عبر دوائر الترخيص لتقليل الوقت اللازم لمعالجة حقوق التنقيب. كما توفر هذه الاستراتيجية قائمة بالمعادن والفلزات الحرجة المستهدفة التي تعتبر ضرورية للتحول نحو اقتصاد أخضر.

يتبع في الصفحة التالية ◄

استراتيجية التنقيب لقطاع التعدين في جنوب أفريقيا (14 أبريل 2022)، متاحة على: /https://cer.org.za/wp-content .uploads/2022/04/DMRE-Exploration-Strategy-for-the-Mining-Industry-of-South-Africa-14-April-2022.pdf
استراتيجية التنقيب في جنوب أفريقيا: خطة التنفيذ 2022 (14 أبريل 2022)، متاحة على: /https://cer.org.za/wp-content . .uploads/2022/04/Exploration-Strategy-of-South-Africa-Exploration-Implementation-Plan-2022.pdf

الإطار 1.4 استراتيجيات المواد الخام الحرجة التي تم تحديثها أو تبنيها مؤخراً

المملكة المتحدة: في يوليو 2022، تبنت حكومة المملكة المتحدة استراتيجية المعادن الحرجة التي تهدف إلى الحد من مخاطر سلاسل توريد المعادن الحرجة وزيادة مرونتها عبر اتباع نهج قائم على ثلاثة محاور أساسية: تسريع تطوير القدرات المحلية (في مجال التعدين والتدريب على إعادة التدوير)، والتعاون الدولي (لتعزيز تنويع مصادر الإمدادات) وتحسين الأسواق الدولية (بما في ذلك زيادة شفافية السوق وسلاسل التوريد المسؤولة). وفي مارس 2023، أصدرت الحكومة نسخة محدثة من هذه الاستراتيجية تم خلالها استعراض التقدم المحرز وتحديد المستهدفات القادمة. وتم في هذا السياق إطلاق مجموعة المهام والإنجاز المستقلة حول مرونة المعادن الحرجة، التي ستصدر تقريراً بهذا الخصوص بحلول نهاية عام 2023 .

الولايات المتحدة: لطالما أولت الحكومة الأمريكية المواد الخام الحرجة أهمية استراتيجية ، واسترشدت خلال السنوات الأخيرة بأوامر تنفيذية متعددة. وفي عام 2017، أصدر الرئيس الأمريكي ترامب أمراً كلّف بموجبه وزارة التجارة بوضع استراتيجية فيدرالية بشأن المواد الحرجة (المكتب التنفيذي للرئيس، 2017)، وصدرت هذه الاستراتيجية في يونيو 2019. وتضمنت الاستراتيجية ستة نداءات عمل تحث على اتخاذ الإجراءات الاستراتيجية اللازمة لتسريع مسار تنمية الموارد المعدنية الحرجة المحلية، وبناء قدرات تصنيع قوية (وزارة التجارة الأمريكية، 2019). وقرر الرئيس ترامب بموجب أمر تنفيذي آخر صدر في عام 2020 أنّ اعتماد بلاده على المعادن الحرجة من الخصوم الأجانب يشكل "تهديداً استثنائياً غير عادي"، وأعلن حالة الطوارئ الوطنية للتعامل مع هذ التهديدات (البيت الأبيض، 2020). ومن ثم، وضعت وزارة الطاقة الأمريكية استراتيجية تضمن توفير إمدادات آمنة وموثوقة من المعادن الحرجة، وقد أصدرتها في عام 2021 (وزارة الطاقة الأمريكية، 2021). وتعتمد الاستراتيجية على ثلاث ركائز أساسية هي: تنويع مصادر الإمداد، وتطوير البدائل، وتحسين إمكانات إعادة الاستخدام وإعادة التدوير. وفي عام 2021، أصدرت إدارة بايدن الأمر التنفيذي رقم 14017 الذي شدد على أهمية سلاسل التوريد الآمنة، وفرض إجراء مراجعات مشتركة بين الوكالات المعنية لمدة 100 يوم (البيت الأبيض، 2021). وبالتوازي مع إصدار هذه الأوامر التنفيذية، أقرت السلطة التشريعية القوانين ذات الصلة - مثل قانون أمن المعادن الأمريكي (2020) وقانون وظائف واستثمارات البنية التحتية (2021) - التي خصصت، من بين أمور أخرى، تمويلاً فيدرالياً لأنشطة التصنيع والبحث المتعلقة باستخراج المعادن الحرجة. وتمت تناول قانون خفض التضخم لعام 2022 في الإطار 2.4.



www.gov.uk/Government/publications/uk-critical-mineral-strategy/critical-minerals-refresh-delivering-resilience-in-a-changing-global-environment-published-13-march-2023

على سبيل المثال، نشرت وزارة الطاقة الأمريكية استراتيجية المعادن الحرجة في عام 2010 (إلى جانب تحديث نسخة عام 2011).

وفي إطار استراتيجياتها الوطنية للمعادن الحرجة، تبادر الدول إلى إعداد قوائم بالمعادن الحرجة استناداً إلى احتياجاتها الصناعية وتقييمها الاستراتيجي لمخاطر الإمداد. وتختلف تقييمات أهمية المعادن حسب الدولة (انظر الجدول 2.4). وعلى سبيل المثال، هناك تسع مواد فقط مدرجة في قوائم المواد الحرجة للولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي والصين بما في ذلك الكوبالت والليثيوم والجرافيت والعناصر الأرضية النادرة، بينما تندرج مجموعة النحاس والبلاتينيوم في قائمتين فقط.

الجدول 2.4 مقارنة بين قوائم المعادن الحرجة في الصين والاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة، 2023

	مشترك		
	المتحدة	الاتحاد الأوروبي	الصين
السيزيوم	●		
الكروم	●		
الإنديوم	●		
الروبيديوم	●		
السماريوم	●		
التيلوريوم	●		
الزنك	●		
البورون/البورات		●	
فحم الكوك		●	
الفلسبار		●	
الغاليوم		●	
الهيليوم		●	
صخور الفوسفات		●	
سكانديوم		●	
السيليكون		●	
السترونتيوم		●	
الذهب			●
خام الحديد			●
الموليبدينوم			●
البوتاس			●
اليورانيوم			●

	مشترك		
	المتحدة	الاتحاد الأوروبي	الصين
الألومنيوم / البوكسيت	●	●	●
الأنتيمون	●	●	●
الكوبالت	●	●	●
فلورسبار	●	●	●
الجرافيت / الجرافيت الطبيعي	●	●	●
الليثيوم	●		●
النيكل	●	●	●
المعادن الأرضية النادرة	●	●	●
التنغستن	●	●	●
الزرنيخ	●	●	
باريت	●	●	
البريليوم	●	●	
البزموت	●	●	
الجرمانيوم	●	●	
الهافنيوم	●	●	
المغنيسيوم	●	●	
المنغنيز	●	●	
النيوبيوم	●	●	
معادن مجموعة البلاتين	●	●	
التنتالوم	●		
التيتانيوم	●	●	
الفاناديوم	●	●	
القصدير	●		●
الزركونيوم	●		●
النحاس		●	●
الفوسفور		●	●



وتعد قوائم المواد الحرجة هذه ديناميكية إلى حد بعيد وتستدعي التحديث بين الحين والآخر تماشياً مع تغير الظروف. فعلى سبيل المثال، تضمنت القائمة الأولى التي نُشرت عام 2011 في الاتحاد الأوروبي 14 مادة خام فقط، وقد تم تحديثها أربع مرات منذ ذلك الحين لتشمل 34 مادة حرجة في نسخة عام 2023.

توطين وإعادة تصميم سلاسل التوريد

دفعت الاضطرابات الأخيرة في سلاسل التوريد العالمية العديد من الدول والمناطق إلى توطين سلاسل التوريد لتحقيق قدر أكبر من الاستقلال الاستراتيجي، والحد من الاعتماد على الخصوم المحتملين. وبشكل أكثر تحديداً، تلجأ الحكومات اليوم إلى وضع سياسات لتشجيع القطاعات الاستراتيجية إما على نقل أو إنشاء عمليات جديدة في دولها الأصلية (التوريد المحلي)، أو في مناطق قريبة (التوريد القريب)، أو في دول حليفة موثوقة (التوريد الصديق). وتغطي هذه الجهود كذلك سلاسل توريد المعادن الحرجة والاستراتيجية.

وقد حددت الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي مؤخراً الحدود الدنيا لأنشطة التوريد المحلي للمعادن. واقترح الاتحاد الأوروبي استخراج ما لا يقل عن 10% من المعادن وتصنيع 40% منها محلياً بحلول عام 2030. وينص قانون خفض التضخم في الولايات المتحدة، الذي تم توقيعه ليصبح قانوناً في أغسطس 2022، على إعفاءات ضريبية لإنتاج المعادن الحرجة؛ كما يحدد مصادر التوريد المحلي أو الصديق للمعادن الحرجة المستخدمة في صناعة بطاريات المركبات الكهربائية كشرط للحصول على الدعم المالي (انظر الإطار 2.4).

الإطار 2.4 قانون خفض التضخم والمعادن الحرجة

فيما يلي الأحكام الرئيسية المتعلقة بالمعادن في قانون خفض التضخم:

- يمكن لشركات التعدين المعنية باستخراج المعادن الحرجة الحصول على تمويل يغطي 10% من تكاليف الإنتاج في حال استوفت المعادن المستخرجة مستويات نقاء محددة.
- يحدد قانون خفض التضخم كذلك هدفاً لمحتوى المواد الحرجة في بطاريات المركبات الكهربائية. ولحصول السيارة الكهربائية على ائتمان ضريبي في عام 2023 (السنة الأولى من البرنامج)، يتعين توريد 40% من المواد الحرجة المستخدمة في بطاريتها من مصادر محلية في الولايات المتحدة، أو من شركاء التجارة الحرة المحليين أو من إعادة التدوير في أمريكا الشمالية . وتزداد هذه النسبة تدريجياً لتصل حتى 80% بحلول عام 2027 وما بعده (مكتب النشر لحكومة الولايات المتحدة الأمريكية، 2022).
- ينص قانون خفض التضخم أيضاً على أن السيارة الكهربائية غير مؤهلة للحصول على ائتمان ضريبي في حال كانت بطاريتها تحتوي على "أي" معدن حرج مصدره ما يسمى "الكيانات الأجنبية المثيرة للقلق".

لدى الولايات المتحدة حالياً اتفاقيات تجارة حرة سارية المفعول مع 20 دولة هي: أستراليا، والبحرين، وكندا، وشيلي، وكولومبيا، وكوستاريكا، وجمهورية الدومينيكان، والسلفادور، وغواتيمالا، وهندوراس، وإسرائيل، والأردن، وجمهورية كوريا، والمكسيك، والمغرب، ونيكاراغوا، وعُمان، وبنما، وبيرو، وسنغافورة، بالإضافة إلى اتفاقية الولايات المتحدة الأمريكية والمكسيك وكندا (USMCA) للتجارة الحرة (www.ustr.gov/trade-agreements/free-trade-agreements).

تجري الولايات المتحدة مناقشات مع الاتحاد الأوروبي لجعل المعادن الأوروبية مؤهلة للحصول على ائتمانات ضريبية أمريكية (www.reuters.com/markets/eu-us-working-free-trade-agreement-like-status-2023-03-03/).

تم شراء منجم ماونتن باس للعناصر الأرضية النادرة بعد إفلاسه من قبل اتحاد شركات يضم شركة تملكها الصين (mining.com/mountain-pass-sells-20-5-million/).

ويمكن للدول تشجيع أنشطة التعدين والتكرير وإعادة التدوير محلياً باستخدام أدوات السياسة العامة لتسهيل العمليات الإدارية، وتسريع إجراءات التخطيط والترخيص، وزيادة التمويل العام لتعزيز الاستثمارات المحلية في سلاسل قيمة المواد الحرجة. ويمكن أيضاً تطبيق هذه الأدوات على الحلفاء الدوليين الموثوق بهم من خلال الشراكات الدولية (انظر القسم الفرعي التالي).

وتساهم مثل هذه السياسات في بناء سلاسل توريد قوية، والحد من المخاطر الجيوسياسية، وزيادة الاستقلال الاستراتيجي الوطني والإقليمي. غير أنها تنطوي كذلك على مخاطر كبيرة مثل زيادة التكاليف، وانخفاض وفورات الحجم، والإجراءات الانتقامية المحتملة من الدول المتضررة. وقد تنطوي أنشطة التوريد المحلي والقريب على تكاليف أعلى من الاستعانة بمصادر خارجية من موردين بعيدين ومنخفضي التكلفة. ومن الأمثلة الواضحة على ذلك شركة التعدين الأمريكية موليكورب التي أعادت فتح منجمها للعناصر الأرضية النادرة في كاليفورنيا عام 2012، إلّا أنها أعلنت إفلاسها في عام 2015 عندما لم تتمكن من تغطية تكاليفها المرتفعة بسبب انخفاض الأسعار العالمية . وقد تتطلب سياسات تشجيع التعدين المحلي أيضاً فرض قيود تجارية بما يؤثر على العلاقات التجارية الدولية ويثير مخاوف حقيقية بشأن انتشار السياسات الحمائية. كما أن تبني سياسات التوريد المحلي والقريب والصديق يتطلب تقييماً دقيقاً لعمليات المقايضة والتكاليف لتحقيق التوازن بين الاعتبارات الاقتصادية والأهداف التجارية وأولويات تحول الطاقة.

علاوةً على ذلك، ستتطلب الجهود المبذولة لإعادة تصميم سلاسل التوريد هذه توازناً دقيقاً بين الاعتبارات الاقتصادية، والمخاوف البيئية، ورفاهية المجتمعات المحلية. وعلى مدى عقود، كانت التكاليف البيئية والبشرية للتعدين وتصنيع المعادن مثل الليثيوم و العناصر الأرضية النادرة غائبة إلى حدٍ بعيد عن نظر مواطني العديد من الدول بما في ذلك الاقتصادات الصناعية. وسيتعين على الدول موازنة هذه الاعتبارات أثناء سعيها لتنويع سلاسل التوريد الخاصة بها. فعلى سبيل المثال، تتمحور إحدى القضايا الرئيسية في المناقشات الحالية حول قانون المواد الخام الحرجة للاتحاد الأوروبي حول ما إذا كان ينبغي تصنيف مشاريع التعدين والتكرير وإعادة التدوير الاستراتيجية كمشاريع ذات مصلحة عامة - مما يعني أنها قد تتجاوز القوانين البيئية (زيمرمان، 2023). ورغم الجهود المستمرة لإعادة هيكلة وتوسيع سلاسل توريد المعادن الحرجة، إلّا أنها تواجه تحديات ملحوظة مثل الاحتجاجات المحلية، والقضايا البيئية، والمهلات الزمنية الطويلة لتطوير قدرات جديدة للتعدين والتكرير والتصنيع.

في صربيا على سبيل المثال، واجه تطوير منجم جادار الليثيوم (الذي يعتبر أحد أكبر مخزونات رواسب الليثيوم في العالم) معارضة متنامية وسط مخاوف المجتمعات المحلية بشأن الآثار البيئية المحتملة للمنجم، ولا سيما على صعيد تلوث المياه وتشريد المجتمعات المحلية؛ وتم مطلع عام 2022 إلغاء ترخيص شركة "ريو تينتو" العملاقة للتعدين وسط احتجاجات عامة (سيكولاراك، 2022). كما أثّرت بعض الاحتجاجات المماثلة لما حدث في صربيا على مشاريع الليثيوم الأخرى في أوروبا بما في ذلك البرتغال وإسبانيا وألمانيا (كاسيريس، 2023، زيمرمان، 2023). وأثار اكتشاف رواسب أرضية نادرة كبيرة في القطب الشمالي بالسويد في يناير 2023 مخاوف بين مجتمعات قومية "سامي" (Sámi) المحلية بشأن التأثير المحتمل على مناطق رعي الرنة (فروست، 2023).

وليست وحدها مشاريع التعدين هي التي تواجه معارضة محلية وحسب. ففي عام 2012، واجهت شركة "ليناس" الأسترالية معارضة محلية شديدة في ماليزيا بشأن المخاطر الصحية والبيئية التي تشكلها التسريبات المحتملة للنفايات المشعة من منشأة معالجة العناصر الأرضية النادرة المقترحة في الدولة. وقد نزل النشطاء إلى الشوارع وشرعوا باتخاذ إجراءات قانونية، حتى أن بعضهم أضرب عن الطعام لوقف المشروع (فيفر، 2023). وأدى ذلك إلى تأخير المشروع بشكل كبير على الرغم من أن المنشأة بدأت عملياتها التشغيلية في عام 2013. ومع ذلك، استمرت الاحتجاجات وطلبت الحكومة الماليزية من شركة "ليناس" وقف عمليات التكسير والترشيح بحلول منتصف عام 2023. وتؤكد هذه الأمثلة على أهمية المشاركة المبكرة والهادفة للمجتمعات المحلية لضمان الدعم وتأمين الفوائد طويلة الأمد.

تم شراء منجم ماونتن باس للعناصر الأرضية النادرة بعد إفلاسه من قبل اتحاد شركات يضم شركة تملكها الصين (-mining.com/mountain pass-sells-20-5-million/).

دبلوماسية المواد الخام الحرجة

حظيت المواد الخام الحرجة بأهمية في أوساط العلاقات الدبلوماسية الدولية، مما دفع الدول إلى إنشاء تحالفات وشراكات جديدة لضمان الوصول إلى هذه الموارد الحرجة (انظر الجدول 3.4).

الجدول 3.4 التحالفات الدولية المتعلقة بالمواد الخام الحرجة

الهدف	العام	البلدان	التحالفات
خطة العمل المشتركة بين كندا والولايات المتحدة بشأن التعاون في مجال المعادن الحرجة	2019	كندا والولايات المتحدة	تعزيز المبادرات المشتركة، بما في ذلك التعاون في مجال البحث والتطوير، ونمذجة سلسلة التوريد وزيادة الدعم للصناعة (الموارد الطبيعية الكندية، 2020).
مبادرة حوكمة موارد الطاقة (ERGI)	2019	أستراليا، وبوتسوانا، وكندا، والبيرو، والولايات المتحدة	مشاركة وتعزيز أفضل الممارسات في مجال تطوير المعادن، بدءاً من تحديد توزع الموارد المعدنية وحتى إغلاق المناجم واستصلاحها (مبادرة حوكمة مواد الطاقة 2019)
مبادرة تحديد توزع المعادن الحرجة (CMMI)	2019	أستراليا، وكندا، والولايات المتحدة	تعاون في مجال البحث بين هيئة المسح الجيولوجي الكندية وهيئة علوم الأرض الأسترالية وهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية لتسخير الخبرة الجيولوجية المشتركة لهذه المنظمات في معالجة نقاط الضعف في الحصول على الموارد الطبيعية العالمية (إمسبو وآخرون، 2021)
التحالف الأوروبي للمواد الخام (ERMA)	2020	الاتحاد الأوروبي	مواجهة التحدي المتمثل في تأمين الحصول على المواد الخام المستدامة والمواد المتطورة، والخبرة في المعالجة الصناعية (التحالف الأوروبي للمواد الخام 2020)
مبادرة مرونة سلسلة التوريد	2021	أستراليا، والهند، واليابان	تبادل أفضل الممارسات المتعلقة بتعزيز مرونة سلسلة التوريد وتنظيم فعاليات ترويج الاستثمار وفعاليات المواءمة بين المشتري والبائع لمنح أصحاب المصلحة فرصاً لاستكشاف إمكانيات تنويع سلاسل التوريد الخاصة بهم (وزارة التجارة والصناعة، حكومة الهند، 2021)
شراكة أمن المعادن (MSP)	2022	أستراليا، وكندا، والمفوضية الأوروبية، وفنلندا، وفرنسا، وألمانيا، وإيطاليا، واليابان، والنرويج، وجمهورية كوريا، والسويد، والمملكة المتحدة، والولايات المتحدة.	تمّ عقد هذه الشراكة لضمان إنتاج المعادن الحرجة ومعالجتها وإعادة تدويرها بطريقة تمكّن البلدان من تحقيق مزايا التنمية الاقتصادية الكاملة العائدة من المخزونات الجيولوجية. ستساعد شراكة أمن المعادن في تحفيز استثمارات الحكومة والقطاع الخاص من خلال توفير العديد من الفرص الاستراتيجية - عبر كامل سلسلة القيمة- التي تلتزم بأعلى المعايير البيئية والاجتماعية ومعايير الحوكمة (وزارة الخارجية الأمريكية، 2022).
تحالف المواد الخام الحرجة المستدامة	2022	أستراليا، وكندا، وفرنسا، وألمانيا، واليابان، والمملكة المتحدة، والولايات المتحدة	حفز التبني العالمي لممارسات التعدين والتصنيع وإعادة التدوير المستدامة بيئياً والشاملة اجتماعياً والمسؤولة، وسلاسل توريد المعادن الحرجة المسؤولة (حكومة كندا، 2022)

بصرف النظر عن التحالفات المدرجة في هذا الجدول، يسعى أعضاء مجموعة الدول السبع أيضاً إلى إنشاء مجموعة للراغبين بشراء المعادن الحرجة24. ويضمن هذا الأمر الوصول إلى المعادن الحرجة، ومنع نشوب صراعات على تلك المعادن بين اقتصادات مجموعة الدول السبع (دوهرين، 2023). وقد تم التأكيد على فكرة المجموعة مرة أخرى خلال اجتماع وزراء المناخ والطاقة والبيئة لمجموعة الدول السبع في اليابان، الذي أسفر أيضاً عن "خطة النقاط الخمس لتأمين إمدادات المعادن الحرجة"، التي تم تلخيصها في الإطار 3.4 (قمة مجموعة الدول السبع في هيروشيما، 2023).

وبدأت بعض البلدان في دعم مشاريع التعدين حول العالم للتخفيف من مخاطر نقص المواد الخام. فعلى سبيل المثال، تموّل الولايات المتحدة عشرات المشاريع المتعلقة بالمعادن حول العالم، التي تشمل التعدين وعمليات تصنيع المعادن وإعادة تدويرها، بما في ذلك مشاريع من خلال شراكة أمن المعادن (هولزمان، 2022). وبالمثل، تسعى الحكومة اليابانية إلى تنويع سلاسل توريد المعادن الحرجة لديها من خلال تشجيع الشركات على الاستحواذ على عمليات التعدين حول العالم، حيث خصصت 1.03 تريليون ين ياباني (7.8 مليار دولار أمريكي) لتغطية تكاليف الدعم بموجب قانون حماية الأمن الاقتصادي، الذي تم اعتماده في مايو 2022 (أسامينا، 2022).

وتسعى الصين، الدولة المهيمنة على سلاسل توريد المعادن الحرجة، إلى تأمين خطوط إمداد الموارد من خلال بناء تحالفات استراتيجية مع العديد من البلدان الأفريقية. وقد عزز ذلك التجارة الثنائية بين أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى والصين، حيث تلقت الأخيرة المعادن والفلزات كواردات رئيسية من أفريقيا (انظر الشكل 2.4). وقد شجعت استراتيجية "التوسّع خارجياً" التي تبنتها الصين، التي تمت صياغتها في عام 1999، الشركات الصينية على اكتساب قدرة تنافسية عالمية، والنجاح في توسيع نفوذها في سلاسل توريد المعادن الحرجة.

الإطار 3.4 خطة النقاط الخمس لمجموعة السبع لتأمين إمدادات المعادن الحرجة، 2023

1. توقع العرض والطلب على المدى الطويل
2. تطوير الموارد وسلاسل التوريد بمسؤولية
3. تعزيز عمليات إعادة التدوير ومشاركة الإمكانات
4. تشجيع الابتكار في مجال حفظ الموارد والتقنيات البديلة
5. الاستعداد لانقطاع العرض على المدى القصير.


© Andy.LIU | shutterstock.com

24 يتضمن قانون المواد الخام الحرجة الذي اقترحه الاتحاد الأوروبي أيضاً خططاً لشراء المواد الخام الحرجة بشكل مشترك.

الشكل 2.4 الدور الرئيسي للمعادن والفلزات في علاقات الصين التجارية مع أفريقيا

صادرات **الصين إلى أفريقيا** ← 112.4

واردات **الصين من أفريقيا** → 75.0

0 20 40 60 80 100 120

مليار دولار أمريكي

- مواد كيميائية
- الوقود
- الآلات والسلع الكهر
- المعادن والفلزات
- البلاستيك أو المطا
- الحجر والزجاج
- المنسوجات والملاب
- وسائل النقل
- الخشب
- أخرى

المصدر: (البنك الدولي، 2020ج).
ملاحظة: البيانات لعام 2020.

كما سعى الاتحاد الأوروبي إلى اتباع دبلوماسية تخصّ المواد الخام منذ اعتماد استراتيجية المواد الخام في عام 2011. وقد التزم الاتحاد بتشكيل شراكات استراتيجية وعقد حوار سياسي حول مواضيع أوسع، مثل تعزيز حقوق الإنسان، ووضع سياسات حوكمة مسؤولة، وحل النزاعات وتعزيز الاستقرار الإقليمي، مع الدول غير الأعضاء في الاتحاد الأوروبي (المفوضية الأوروبية، 2011). وقد أُبرمت بالفعل اتفاقيات سياسية بشأن المواد الخام مع دول مثل الأرجنتين، والبرازيل، وكندا، و شيلي، والصين، وكولومبيا، ومصر، وغرينلاند (مملكة الدنمارك) واليابان، والمكسيك، والمغرب، والبيرو، وتونس، والولايات المتحدة، وأوروغواي، والاتحاد الأفريقي (المديرية العامة للسوق الداخلية والصناعة وريادة الأعمال والشركات الصغيرة والمتوسطة، المفوضية الأوروبية، بدون تاريخ).

ويتطلب النهج المتوازن والتعاوني في التعامل مع السياسة الخارجية معالجة التزامات الدول المستوردة لدعم التنمية المستدامة والابتعاد عن الأنماط التقليدية في استخراج المعادن في سلاسل توريد المواد الخام الحرجة. ويستلزم ذلك تعزيز الشراكات، والدعوة إلى حفز ممارسات التوريد المسؤولة، وتنمية القدرات في البلدان المنتجة، وتعزيز الشفافية والمساءلة، والاستثمار في المبادرات المستدامة. ومن الممكن أن تساعد هذه الخطوات الملموسة الدول المستوردة على المساهمة في التنمية العادلة والمستدامة، مما يضمن اتباع نهج أكثر شمولاً يقوم على تبادل المنفعة لشراء المواد الخام الحرجة.




© Jose Luis Stephens | shutterstock.com

التخزين الاستراتيجي

يعد التخزين الاستراتيجي بمثابة خطة طوارئ تتبعها الحكومات للتعامل مع النقص المحتمل في أنواع الوقود الرئيسية والسلع الأساسية. وقد أنشأت البلدان الصناعية مثل الصين واليابان وجمهورية كوريا والولايات المتحدة مخزونات من السلع الأساسية المستوردة ذات الأهمية الاستراتيجية 25. وتتحكم الشركات الخاصة والتجار وبورصات المعادن بالمخزون للتحوّط ضد تغيرات الأسعار وإدارة سلسلة التوريد. ومع ذلك، لا تتوفر حالياً بيانات موثوقة عن حجم وموقع هذه المخزونات واستخدامها (ويلبورن وآخرون، 2016).

وكثيراً ما يُستخدم المخزون الاستراتيجي من النفط كمثالٍ في المناظرات العامة، وتجدر الإشارة هنا إلى أنّ تخزين المواد الخام الحرجة لتصنيع الطاقة النظيفة يختلف عن تخزين الوقود القابل للاحتراق، الذي يشبه بشكل أكبر اكتناز الفولاذ لبناء منصات حفر آبار النفط. فعلى سبيل المثال، إن واجهت دولة ما قيوداً حيال حصولها على الغاليوم يعني ذلك تأثر الشركات المصنعة للألواح الشمسية ذات الأغشية الرقيقة، تماماً كما ستؤثر القيود المفروضة على الفولاذ على شركات بناء منصات الحفر. ومع ذلك، فإن عدم توفر الغاليوم لن يمنع إنتاج الألواح الشمسية، على الرغم من أن عدداً قليلاً من الشركات قد يواجه تأثيرات كبيرة (كراني وإيدل، 2022).

ويمكن لعمليات التخزين أيضاً أن تحدّ من سرعة وحجم تحول الطاقة. ورغم أن تصنيع وبناء أصول الطاقة يتطلب توفر مواد بالغة الأهمية، فليس لدى جميع البلدان الموارد المالية أو غيرها من الموارد اللازمة للحفاظ على الاحتياطات الاستراتيجية. وبالتالي يمكن أن يكون للتخزين تأثير عكسي يعوق تنويع سلسلة التوريد ويمنع البلدان من النمو. وهذا يثير التساؤل حول مدى فعالية تخزين المعادن الانتقالية للطاقة مقارنة بالتخزين في بعض القطاعات الأخرى.

25تفيد التقارير أيضاً أن روسيا تحتفظ بمخزونات استراتيجية من معادن مختلفة، لكن لم يتم نشر بيانات عن الأنواع والكميات.

وحتى اليوم، امتنعت حكومة الولايات المتحدة، التي تمتلك أكبر المخزونات العامة، عن تخزين هذه السلع لأغراض أخرى غير الأغراض الدفاعية. وبدأت الولايات المتحدة في تخزين المعادن الحرجة في عام 1939، بموجب أحكام قانون المعادن الاستراتيجية. فقد قامت ببناء مخزونات من 42 سلعة أساسية لخدمة أغراضها الدفاعية، وقامت بتوسيع تلك المخزونات بشكل أكبر في أوائل الخمسينيات استجابةً لمخاوف النقص بسبب الحرب الكورية (المجلس الوطني للبحوث، 2008). ووصلت بعض المخزونات إلى مستويات قصوى، فعلى سبيل المثال، بحلول أوائل السبعينيات، كان مخزون البلاد الاستراتيجي من القصدير يعادل نسبة عام كامل من الاستهلاك العالمي (راديتسكي وآخرون، 2020). وتم التصريح عن مواد من المخزون في عشر مناسبات فقط بين عامي 1945 و2008 (المجلس الوطني للبحوث، 2008). وفي السنوات الأخيرة، وخاصة منذ التسعينيات، باعت وزارة الدفاع الأمريكية معظم مخزونها من المواد الفائضة.

وفي الصين، يندرج التخزين الاستراتيجي للمعادن ضمن اختصاص مكتب احتياطي الدولة، وهو وكالة حكومية أُنشئت في عام 1993. ولا يتم الكشف عن طريقة عمل مكتب احتياطي الدولة علناً، رغم أنه من المعروف أنه يشتري ويخزن المعادن بكميات كبيرة عندما تنخفض الأسعار ويطرحها في الأسواق عندما ترتفع الأسعار. وعلى هذا النحو، أصبحت الصين قوة مؤثرة في الأسواق الدولية. فعلى سبيل المثال، في عام 2020، اشترى مكتب احتياطي الدولة النحاس المكرر بكميات كبيرة، مما ساعد على تعزيز سعره وسط التباطؤ الاقتصادي الناجم عن فيروس كورونا (هوم، 2021).

ونظراً للأهمية الاستراتيجية للمعادن، قامت العديد من البلدان مؤخراً بتعزيز سياسات تخزينها. ونأتي هنا على ذكر مثالٍ في عام 2020، عندما رفعت استراتيجية الموارد الدولية الجديدة في اليابان العدد المستهدف للمخزونات إلى 60 يوماً، وما يصل إلى 180 يوماً للمعادن ذات المخاطر الجيوسياسية الأعلى (وكالة الموارد الطبيعية والطاقة، 2020). وفي عام 2021 أيضاً، أعلنت جمهورية كوريا أنها ستزيد مخزوناتها من 35 معدناً لازماً، على سبيل المثال، الكوبالت والنيكل والعناصر الأرضية النادرة، لتغطية 100 يوم من الاستهلاك، مما شكل ارتفاعاً عن 56.8 يوماً في السابق (بيونج ووك، 2021).

ومن الجدير بالذكر، أن المناطق الصناعية الكبرى لم تطبق جميعها سياسات التخزين الاستراتيجية. على سبيل المثال، فإن قانون المواد الخام الحرجة المقترح مؤخراً في الاتحاد الأوروبي لا يفرض التخزين الإلزامي. وبدلاً من ذلك، فهو يشجع التدابير الطوعية، في حين يطلب أيضاً من البلدان الأعضاء تقديم تقارير عن سياسات كل منها. وواجهت فكرة التخزين الإلزامي مقاومة من بعض الشركات معتبرة أنها يمكن أن تضع سلاسل التوريد غير الثابتة تحت ضغط أكبر (بيرتون، 2023).



© Jose Luis Stephens | shutterstock.com

إن بناء المخزونات الاستراتيجية يمكن أن يكون محفوفاً بالتحديات. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى تفاقم الاضطرابات في السوق ورفع الأسعار إذا تم القيام به دون دراسة كافية. ونأتي هنا على ذكر مثال في عام 2010، عندما احتفظت العديد من الشركات اليابانية بمخزونات من العناصر الأرضية النادرة وسط الأزمة، وقامت بمراكمتها في أعقاب الحظر مباشرة. وقد ساعد ذلك في مفاقمة فقاعة الأسعار، التي استمرت حتى نهاية عام 2011 (سبريشر وآخرون، 2015). ويمكن أن تؤدي الاحتياطات غير الضرورية من قبل الشركات إلى تعزيز عواقب السوق. ومن الأمثلة على ذلك شركة فورد الأمريكية للسيارات، التي دفعتها مخاوفها بشأن ارتفاع أسعار البلاديوم إلى تخزينه بكميات كبيرة في عام 2000. وانخفضت الأسعار بعد فترة وجيزة، مما تسبب في خسارة الشركة لمليار دولار أمريكي (وايت، 2002). ويمكن أن تواجه عمليات التخزين التراكمية أيضاً مشكلات على نطاق أوسع، حيث إنّ المعادن شديدة التفاعل مثل المغنيسيوم معرضة للتآكل والتحلل، في حين أن المعادن القلوية مثل الليثيوم يمكن أن تشتعل أو تنفجر عند تعرضها للهواء أو الماء. ولذلك، ينبغي متابعة أي استراتيجية تخزين من خلال إجراء تقييم دقيق للتأثيرات المحتملة والمراجعة المنتظمة للظروف والتطورات.



© I AM CONTRIBUTOR | shutterstock.com

تقليل الاستهلاك وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير

تكتسب الجهود المبذولة لتقليل استهلاك المواد الخام الحرجة وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها اهتماماً واسع النطاق كحلول تجعل سلاسل التوريد أكثر متانةً، وتدعم الانتقال إلى الاقتصاد الدائري، وتخفض الآثار البيئية لهذه المواد (جيلين، 2021ب).

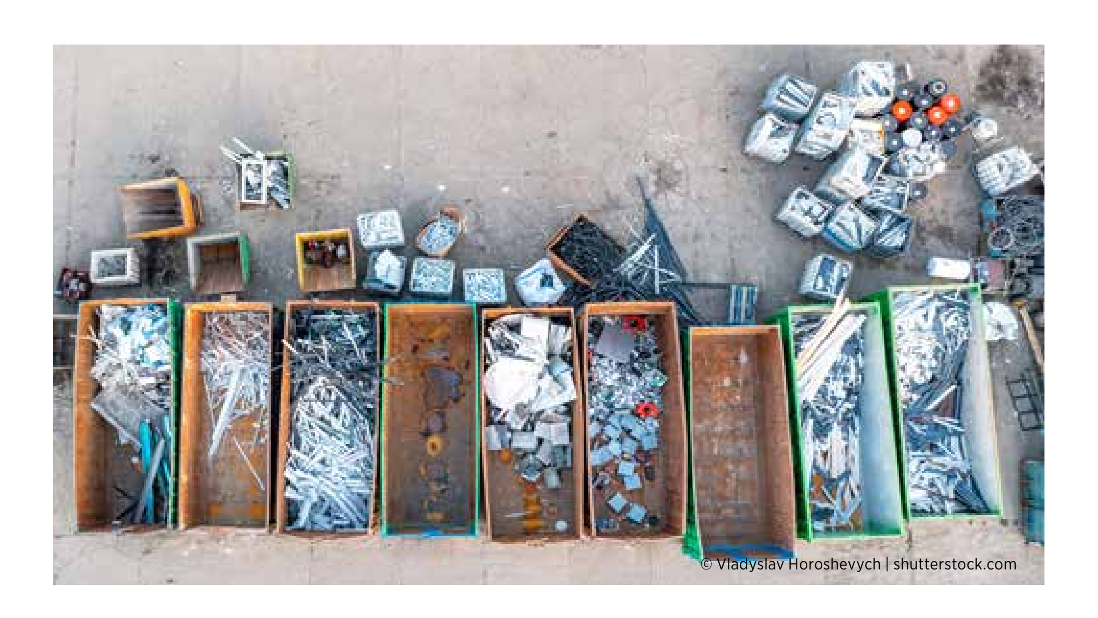
ويمكن لكفاءة استخدام الطاقة والحفاظ عليها وتغيير السلوكيات، أن تخفف بشكل فعال الضغط على سلاسل توريد المواد الخام الحرجة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون تحسين كيمياء البطاريات للمركبات الكهربائية مصحوباً باستراتيجية أخرى تركز على تقليل الطلب على المركبات الكهربائية (فعلى سبيل المثال، من خلال تحسين وسائل النقل العام، أو تشجيع ركوب الدراجات والمشي، أو تحفيز العمل عن بُعد) وتحسين الأسطول الحالي (على سبيل المثال، من خلال حفز خطط مشاركة السيارة أو الركوب الجماعي، أو تقليل كتلة المركبات والسحب الديناميكي الهوائي) (لوفينز، 2022). علاوةً على ذلك، يمكن للحكومات تنفيذ لوائح للحدّ من إنتاج واستهلاك المنتجات ذات الاستخدام الواحد، مما قد يقلل من الطلب على المواد الخام الحرجة. ويمكن أن تكون هذه التغييرات السلوكية مهمة في ضمان الإنتاج والاستخدام المستدامين للمواد الخام الحرجة، مع التخفيف أيضاً من الآثار البيئية لاستخراجها ومعالجتها.

يمكن تقليل الطلب على المواد الخام الحرجة من خلال تحسين تصميم المُنتج، وتطوير مواد جديدة أقل حيوية كبدائل للمواد الحرجة، وتنفيذ نماذج أعمال دائرية تعطي الأولوية للمتانة وقابلية إعادة الاستخدام (بابيت وآخرون، 2021). فعلى سبيل المثال، يمكن أن يؤدي التوجه نحو تصميم البطاريات باستخدام الكوبالت بكمية أقل إلى تخفيف المخاطر الجيوسياسية والاجتماعية والبيئية المرتبطة بسلسلة توريد الكوبالت. لكن هذه البدائل تأتي عادةً مع تنازلات من حيث تبعيات الموارد الجديدة (مثل التحول إلى النيكل)، أو فقدان أداء البطارية.

يمكن أن تؤدي إعادة تدوير واستخدام المواد الخام الحرجة إلى تخفيف الضغط على مصادر التوريد الأولية وتقليل الأضرار البيئية المرتبطة بها، كما أنها ستستهلك طاقة أقل وتولد انبعاثات أقل مقارنة بعمليات الاستخراج الأولية، (جريجوير وفان آكر، 2022). وتتميز المعادن بخصائص فيزيائية دائمة للاستخدام طويل الأمد على عكس الوقود الأحفوري والمواد الأخرى المماثلة ذات الاستخدام الواحد، مما يجعل المعادن قابلة لإعادة التدوير المستمر. وبلغت المصادر المُعاد تدويرها لبعض المواد نسبة كبيرة من سلسلة التوريد العالمية، حيث تم إنتاج ما يقارب 40% من النحاس والفولاذ من مواد معاد تدويرها. وبالنسبة للمواد الشائعة الأخرى، مثل الألومنيوم والرصاص والزنك، فقد بلغت نسبة استخدامها كمواد معاد تدويرها أكثر من 30% من نسبة الإنتاج حالياً (مكتب إعادة التدوير الدولي، 2021).

أمّا بالنسبة إلى المعادن الأخرى، تُعتبر معدلات إعادة التدوير أقل بكثير. ففي دول الاتحاد الأوروبي، يتم الحصول على حوالي 20% فقط من البلاتين والكوبالت من مصادر ثانوية (أي من مصادر معاد تدويرها)، في حين تنخفض هذه النسبة إلى 5% أو أقل بالنسبة إلى معظم المواد الخام الحرجة الأخرى، وتقترب من الصفر 0% بالنسبة إلى الجاليوم والإنديوم والعناصر الأرضية النادرة، (اللجنة الاقتصادية والاجتماعية الأوروبية، المفوضية الأوروبية، 2020). وتجدر الإشارة إلى أن الزيادة في استعادة المواد الخام الحرجة في نهاية دورة حياتها باستخدام التقنيات منخفضة الكربون غالباً ما تواجه تحديات تقنية ومشكلات تتعلق بالتجميع، فضلاً عن التحديات الاقتصادية (آيرينا، سيصدر قريباً؛ كارالي وشاه، 2022).

من المهم فحص الجدول الزمني لدوران المخزون عند اللجوء إلى إعادة التدوير كحلٍّ محتمل لمواجهة المخاطر التي تهدد التوريد. إذ لا يمكن الحصول على توريد ثانوي كبير إلا عند توفر مخزونٍ كبير من المواد قيد الاستخدام الفعلي، التي تقترب من نهاية عمرها الافتراضي. ومع ذلك، فإنّ استيفاء مثل هذه الشروط قد يستغرق حتى منتصف ثلاثينيات القرن الحالي، خاصة في حالة المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات والمعادن المرتبطة بها (تسينغ وآخرون، 2022). وبالتالي، ينبغي النظر إلى إعادة التدوير باعتبارها استراتيجية متوسطة إلى طويلة الأمد لتعزيز أمن الإمدادات.



© Vladyslav Horoshevych | shutterstock.com

2.4 زيادة الفوائد المحلية للدول النامية الغنية بالمعادن

استراتيجيات تحسين آلية الاحتفاظ بالقيمة في الدول الغنية بالموارد المعدنية

تتخذ البلدان النامية خطوات لتحسين الفوائد المجنية من مواردها المعدنية، وغالباً ما تجري العديد من المفاوضات لتأمين شروط أفضل لاستخراج المعادن. ففي عام 2018، أعادت جمهورية الكونغو الديمقراطية التفاوض بشأن وصول الدول الأخرى إلى احتياطات الكوبالت، وذلك بهدف عقد اتفاقٍ يصبُّ في مصلحة الكونغو بالدرجة الأولى. كما أصلحت البيرو نظام الإتاوات أو دفعات حقوق الملكية لمصادرها من النحاس في عام 2021 لزيادة الإيرادات الحكومية من قطاع التعدين. وتخطط الحكومة الشيلية لإنشاء شركة حكومية لاستخراج الليثيوم، وهي شركة "ليثيوم فور شيلي"، لضمان سيطرة الدولة على احتياطات الليثيوم بشكل كامل في البلاد، وبالتالي الحصول على حصة عادلة من قيمة الربح الناتجة عن الموارد التي تمتلكها.

وتطمح العديد من البلدان النامية إلى الحصول على قيمة أكبر من مواردها المعدنية، ولذلك فقد حظرت السلطات الإندونيسية تصدير النيكل غير المعالج لتشجيع أنشطة القيمة المضافة داخل حدودها (انظر الإطار 4.4)، في حين حظرت زيمبابوي تصدير الليثيوم الخام للحد من التعدين الحرفي واستقطاب قطاعات التصنيع النهائي (بانيا، 2022). وقد طبقت العديد من البلدان النامية ضرائب على التصدير وإجراءات الترخيص غير الآلية.

مع ذلك، لا يمكن للقيود المفروضة على التصدير أن تضمن دعم عمليات التصنيع النهائي لأي بلد. وهناك دراسة بحثية ناقشت تطبيق أربع بلدان إفريقية لمجموعة من القيود على تصدير المعادن وتوصلت إلى أن هذه القيود لم تحقق أي فائدة بالنسبة لقطاعات التصنيع النهائي (فليسي وآخرون، 2017). وأحد تفسيرات ذلك هو أن تصنيع المعادن يستهلك عادة كميات كبيرة من الطاقة، وفي كثير من الأحيان لا تكون متوفرة لدى البلدان النامية أو لا يمكن الاعتماد عليها، وخاصة تلك التي لديها شبكات غير متطورة حيث لا يستطيع جزء كبير من السكان الوصول إلى مصادر الكهرباء. وتتطلَّب الأنشطة ذات القيمة المضافة مهارات عمل عليا تفوق مستوى المهارات التي يتطلبها عمل استخراج المعادن، كما تتطلب هذه الأنشطة رأس مال إضافي. ويشكل استقطاب الاستثمارات ورؤوس الأموال لبناء سلاسل توريد محلية بشكل مدروس تحدياً كبيراً أمام البلدان النامية.

وتستطيع البلدان النامية الغنية بالمعادن أن تستفيد من عمليات استخراج المعادن الموجودة طبيعياً لديها لكنها لا تقوى على الاستفادة من عمليات التصنيع، وتتركز أنشطة التعدين في مواقع محددة تحددها جيولوجيا المنطقة ولا يمكن تغييرها، أما قطاعات التصنيع النهائي فتتمتع بمرونة أكبر من حيث الموقع، إذ يمكن وضع مواقع عمليات التكرير والتصنيع في أماكن تبعد آلاف الأميال عن أماكن التعدين، وذلك بسبب إمكانية نقل المعادن الخام بشحنات ضخمة ودون تعبئة، حيث يتم نقلها إلى مناطق بعيدة تتمتع بإمدادات طاقة أكثر ملاءمة، وظروف بيئية أفضل، واستقرار سياسي أكبر، فضلاً عن إمكانية الوصول إلى رأس المال بأسعار معقولة (هيندريكس، 2022). كما أن اتباع نهجٍ شاملٍ يمكن أن يؤدي إلى تحسين وزيادة إمكانيات التصنيع في البلدان النامية التي تختلف نسب استفادتها من وجود المعادن بين بلد وآخر تبعاً للتفاوت التاريخي والتغيرات الاجتماعية أو الاقتصادية الحاصلة.

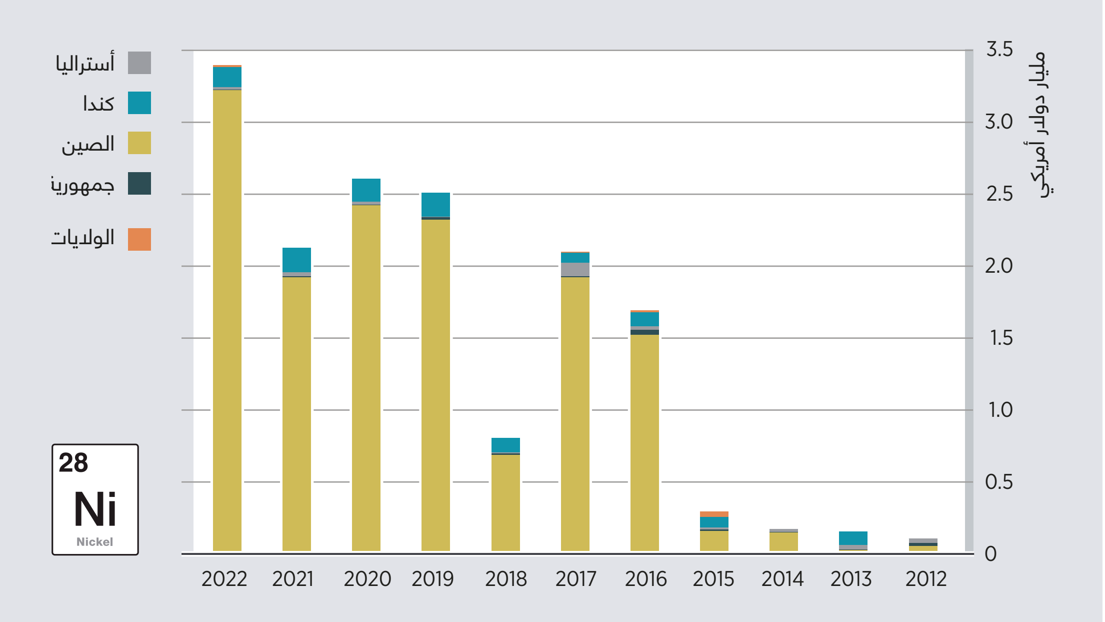
الإطار 4.4 الدروس المستفادة من قرار حظر تصدير النيكل في إندونيسيا

تمتلك إندونيسيا أكبر احتياطي من النيكل في العالم، وهو ما يهيّئ الفرص لاستقطاب استثمارات ترتبط بسلسلة توريد البطاريات والمركبات الكهربائية. وفي يناير 2014 أصدرت الحكومة الإندونيسية قرار حظر تصدير خامات النيكل والبوكسيت غير المُصنَّعة، وفرضت تصنيعها محليّاً. وبموجب القانون فإنّ الشركات المسموح لها بإنشاء مصاهر هي مَن لديها رخصة تصدير فقط، ولكن لم يفرض قرار حظر تصدير المعادن على الشركات الأجنبية أو المحلية أي قيود تمنعها من إنشاء المصاهر في البلاد (تيرودس، 2017).

وسبب قرار الحظر زيادة حادة في أسعار النيكل الدولية لفترة وجيزة خلال النصف الأول من عام 2014، ثم عاودت الأسعار الانخفاض، متبوعة بهبوطٍ مفاجئ بأسعار السلع الأساسية أيضاً. وفي عام 2016، واجهت إندونيسيا عجزاً في الميزانية، الأمر الذي دفع السلطات إلى تعليق قرار الحظر، ثم أعيد فرضه في يناير 2020.

وعلى الرغم من الآثار قصيرة الأمد المترتبة على قرار الحظر التي تشمل خسارة إيرادات التصدير، وانعدام وظائف قطاع التعدين في البلاد، وانخفاض العائدات الحكومية، إلا أنه في المقابل كان لها أهداف ونتائج إيجابية طويلة الأمد تشمل استقطاب استثمارات جديدة لتصنيع النيكل وتحسين قطاعات التصنيع النهائي. فلم يكن لدى إندونيسيا سوى مصهرين نيكل قبل قرار الحظر، وبحلول عام 2020، ارتفع العدد إلى 13، وتخطط السلطات إلى زيادة العدد خلال السنوات المقبلة (هوبر، 2021). وقد بلغت عائدات البلاد من الاستثمارات الأجنبية لتصنيع النيكل أكثر من 15 مليار دولار أمريكي (انظر الشكلين 3.4 و4.4).

الشكل 3.4 بيانات الاستثمارات الأجنبية (مليار دولار أمريكي) في مرافق إنتاج النيكل في إندونيسيا لعام 2022

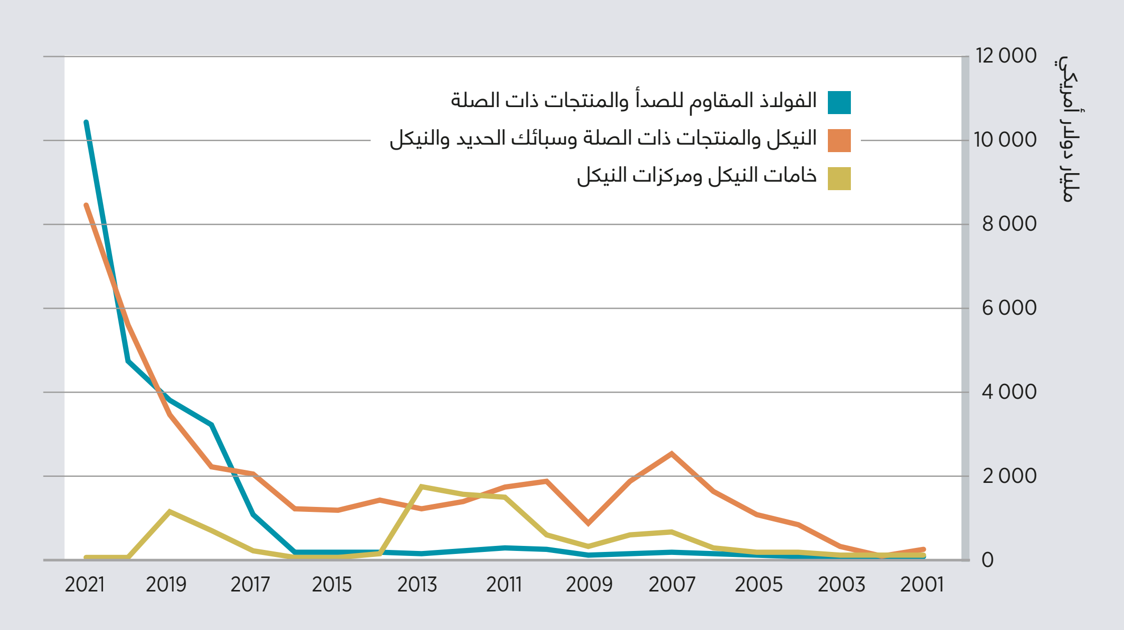


المصدر: (هو وليسيوريني، 2022).

يتبع في الصفحة التالية ◄

الإطار 4.4 الدروس المستفادة من قرار حظر تصدير النيكل في إندونيسيا (تتمة)

الشكل 4.4 صادرات إندونيسيا من النيكل الخام ومنتجات النيكل (مليار دولار أمريكي) لعام 2021



المصدر: (شعبة الإحصاء في الأمم المتحدة، 2022؛ كيم، 2023).

اقتصرت مشاريع قطاع المعادن في إندونيسيا على تحويل خام النيكل في الدولة إلى حديد النيكل الخام، الذي يستخدم في صناعة الفولاذ المقاوم للصدأ. وتعمل الحكومة الإندونيسية على تحسين سلسلة قيمة النيكل بشكل أكبر، وتسعى لتحقيق هدفها المنشود المتمثل في تطوير سلسلة توريد كاملة من النيكل للمركبات الكهربائية، بما في ذلك إنتاج الكاثودات وخلايا البطاريات والمركبات الكهربائية (كيم، 2023). واستطاعت الحكومة إحراز بعض النجاحات، حيث قامت شركة "إل جي إينرجي سولوشن" في جمهورية كوريا ببناء مصنع لخلايا البطاريات في إندونيسيا بقيمة 1.1 مليار دولار أمريكي، في حين افتتحت شركة "هيونداي" لصناعة السيارات مصنعاً لتجميع السيارات الكهربائية. وقامت شركة "كاتل" الصينية، وهي أكبر شركة مصنعة للبطاريات في العالم، بمشاريع استثمارية في إندونيسيا، بالإضافة إلى شركتي "تيسلا" و"بي واي دي" اللتين وقعتا صفقات استثمارية وتعملان على إنجاز أخرى (موليا وداماياناتي، 2023؛ رويل، 2023).

يتبع في الصفحة التالية ◄



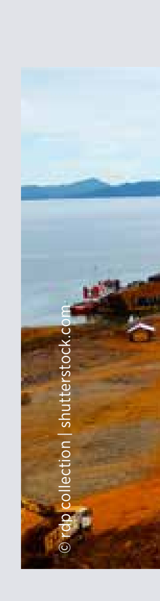
الإطار 4.4 الدروس المستفادة من قرار حظر تصدير النيكل في إندونيسيا (تتمة)

قد تحذو بعض البلدان النامية التي يعتمد اقتصادها على بعض السلع الأساسية حذو إندونيسيا في تطبيق قرار الحظر الذي فرضته على تصدير النيكل، ولكنّ تلك البلدان يجب أن تأخذ بعين الاعتبار أربعة أسبابٍ محورية:

- يعود النجاح النسبي لحظر تصدير النيكل إلى عدم إمكانية استبدال خام نيكل اللاتريت الإندونيسي في تصنيع حديد النيكل الخام. وعلى النقيض من ذلك، فشل الحظر المفروض على صادرات خام البوكسيت في اجتذاب أنشطة صهر جديدة، حيث انتقلت عمليات استخراج خامات البوكسيت إلى بلدانٍ أخرى مثل ماليزيا، ومن هذا المنطلق، يمكن أخذ العبرة من المثال الإندونيسي من خلال تجنّب فرض حظرٍ شاملٍ على تصدير السلع التي توجد لها بدائل جاهزة في بلدانٍ أخرى، (تيرودس، 2017).
- لا يلعب النيكل دوراً محورياً في الاقتصاد الإندونيسي لذلك كان قرار حظر تصديره أقل خطورة مقارنة بحظر تصدير الموارد الأكثر استراتيجية كالنحاس. وبالنسبة للبلدان التي تحقق صادراتها من السلع الأساسية عائدات مرتفعة تدعم اقتصادها، فإن حظر التصدير سيكون أكثر خطورة ويحمل نتائج سلبية كبرى (تيرودس، 2017).
- لقد تسبب قرار حظر تصدير النيكل بتكاليف معينة، ففي السنوات الثلاث الأولى بعد فرضه، قُدرت الخسائر التي تكبدتها الدولة بمبلغ 4.5 مليار دولار أمريكي من إجمالي عائدات التصدير، و30 ألف وظيفة في مجال التعدين، و270 مليون دولار أمريكي من إجمالي الإيرادات الحكومية (تيرودس، 2017). وكان لابد من تعويض هذه الخسائر في استثمارات جديدة لاحقة، كالاستثمار الجديد في طاقة تكرير النيكل، لذلك لا بد من أخذ هذه التكاليف بعين الاعتبار قبيل فرض قرارات مشابهة.
- تسبّب نجاح إندونيسيا في استقطاب أنشطة تكرير النيكل بعواقب بيئية واجتماعية، حيث يعتمد عدد كبير من المشاريع على ما يسمى بتقنية ترشيح الحمض عالي الضغط (HPAL)، التي تنتج نفايات كبيرة مقارنة بتقنيات الصهر التقليدية (تان وسيجابات وإيرواندي، 2023).
- وأحدث قرار الحظر مجموعة من الإشكالات القانونية، فقد حكمت لجنة تابعة لمنظمة التجارة العالمية مؤخراً لصالح احتجاج الاتحاد الأوروبي على قرار حظر تصدير خام النيكل في إندونيسيا (منظمة التجارة العالمية، 2022)، لكن إندونيسيا تعمل حالياً على استئناف الحكم (سترانجيو، 2022).



© KAISARMUDA | shutterstock.com



© rdp collection | shutterstock.com

توجد العديد من العقبات والحواجز التجارية التي قد تواجه البلدان النامية الغنية بالمعادن، التي تسعى إلى تقلُّد مراتب متقدمة في سلسلة القيمة المعدنية؛ فكثيراً ما تفرض البلدان المتقدمة تعريفات جمركية أعلى على السلع المصنَّعة مقارنة بالمواد الخام، وهي عملية تعرف باسم "رفع التعريفات الجمركية". بالإضافة إلى ذلك، فإن التعريفات الجمركية على الواردات المستقبلية قد ترتبط بالانبعاثات، كما هو الحال في إطار "آلية تعديل حدود الكربون الصادرة عن الاتحاد الأوروبي (CBAM)"، التي تغطي بدايةً الفولاذ والألمنيوم فقط عن فئة المعادن، وقد يمتدُّ نطاق منتجاتها ليشمل النحاس، والزنك، والنيكل، والألمنيوم، والسيليكون، والعديد من المعادن الأُخرى. ويخضع إنتاج هذه المعادن حالياً لسعر الكربون بموجب "نظام الاتحاد الأوروبي لتداول الانبعاثات"، في حين أن بعضها معرضة لخطر محدِق يتمثل في "تسرّب الكربون"، مثل الألمنيوم أو الفولاذ (المفوضية الأوروبية، 2020).

بناء سلاسل القيمة الإقليمية لمعادن بطاريات المركبات الكهربائية

من الممكن أن يساعد التعاون الإقليمي الدول في الحصول على حصة أكبر من القيمة فيما يتعلق بإنتاج المعادن. كما قد تستفيد البلدان الغنية بالمعادن من الاتفاقيات الإقليمية المنسقة لضمان استيفاء شروط الاستثمارات الأجنبية، بدلاً من البحث عن صفقات فردية مع شركات أجنبية.

ويحظى التنسيق الإقليمي بأهمية كبيرة نظراً لدوره المتمثل في جذب قطاعات التصنيع النهائي. وتمتلك مجموعة محددة من البلدان المعادن الحرجة لإنتاج بطاريات السيارات الكهربائية. وهذا يعني أن مشاركة وتوسيع نطاق التوريدات المعدنية بين الدول من شأنه أن يعود بالنفع على البلدان الأخرى بحيث يمكّنها من بناء قطاعات التصنيع النهائي، كما يمكّن البلدان النامية من إنشاء أسواق أكبر. ويشكّل القرب من الأسواق الاستهلاكية النهائية عامل نجاح مهم في اجتذاب فرصٍ اقتصادية ذات هامش ربح أعلى في سلسلة القيمة لبطاريات السيارات الكهربائية، وربما أكثر أهمية من القرب من مصادر الموارد المعدنية. فإنتاج "المواد الأولية للبطارية"، ويُقصد بها المواد الكيميائية التي تستخدم في تصنيع كاثودات البطاريات، يكون أكثر سلاسة عندما يتم في مكان قريب من المصانع الكيميائية الأخرى. ومن الأفضل أن تتم الخطوة الأساسية التالية في سلسلة القيمة، وهي إنتاج كاثودات البطارية، بالقرب من الشركات المصنعة لخلايا البطارية، نظراً لصعوبة نقل الكاثودات (دين وآخرون، 2022).

وحددت لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأفريقيا العديد من الفرص الرامية لتطوير سلاسل القيمة الإقليمية المعنية بالبطاريات المعدنية والمركبات الكهربائية على امتداد وسط أفريقيا، وصولاً إلى شرق وجنوب أفريقيا (بيدرو، 2021). ومن الأمثلة الحقيقية على تطوير سلسلة القيمة الإقليمية، نأتي على ذكر استراتيجية التصنيع وخارطة الطريق لمجموعة تنمية الجنوب الأفريقي 2015 - 2063. كما نذكر هنا، جمهورية الكونغو الديمقراطية وزامبيا اللتين وقعتا اتفاقية لتمهيد الطريق أمام تطوير سلسلة القيمة في قطاعي بطاريات السيارات الكهربائية والطاقة النظيفة (لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأفريقيا، 2022). وفي هذا الصدد أيضاً، تشهد آسيا وأمريكا اللاتينية تعاوناً إقليمياً يخصّ سلاسل القيمة الخاصة بالمعادن.


© NamLongNguyen | shutterstock.com


© ATIKAN PORNCHAIPRASIT | shutterstock.com

3.4 تعزيز مفهوم المسؤولية والاستدامة والشفافية في سلاسل توريد المعادن

إنّ الوعي المتزايد بتحديات الاستدامة المرتبطة بسلاسل توريد المعادن، وخاصة فيما يتعلق بإنتاج مواد بطاريات المركبات الكهربائية، دفع الحكومات العالمية والشركات ومجموعات المجتمع المدني إلى إنشاء وتطوير مجموعة واسعة من المبادرات والأطر التنظيمية بغية التصدي للمخاطر الملحة التي تهدد الاستدامة، بما فيها تلك المتعلقة بحقوق الإنسان وممارسات العمل والفساد والتبعات البيئية، وغيرها من المخاطر الأخرى.

ورغم أن هذه المبادرات متداخلة إلى حد كبير، إلا أنها تختلف من حيث الجهات الفاعلة والمؤسسات التي تنطبق عليها، ونطاق عملها (كأن تنطبق على مواقع تعدين محددة أو على سلاسل القيمة بأكملها)، والمعادن التي تغطيها، وآليات الامتثال المعتمدة. ولأن غالبية هذه المبادرات تعتمد على الالتزام الطوعي، لذا تتنوع فيها معايير سلسلة التوريد متسببة بحالة من الارتباك بين أصحاب المصلحة. (إلكيند وآخرون، 2020). ومع أنّ هذا التقرير لا يغطّي جميع الجهود المبذولة لإرساء سلاسل توريد مسؤولة ومستدامة وشفافة للمعادن، إلا أنه يتّسع ليسلط الضوء على المبادرات العامة والخاصة ومبادرات أصحاب المصلحة المتعددين، ويناقش المواضيع المتعلقة بالمعادن الحرجة لتمكين تحول الطاقة.

معايير وقوانين القطاع العام

تُعتبر المبادئ التوجيهية للأمم المتحدة بشأن الأعمال التجارية وحقوق الإنسان (المفوضية السامية للأمم المتحدة لحقوق الإنسان، 2011) جديرة بالاهتمام على نحوٍ خاص؛ إذ يمكن للشركات الاسترشاد بها حول كيفية احترام حقوق الإنسان في جميع عملياتها وسلاسل التوريد الخاصة بها مع التركيز على إجراءات العناية الواجبة وتقييم المخاطر وسبل الانتصاف لضحايا انتهاكات حقوق الإنسان. ولأجل ذلك، وضعت العديد من وكالات الأمم المتحدة - ومنها على سبيل المثال منظمة العمل الدولية - معايير مستدامة للتعدين. وفي نهاية المطاف، ترتبط أهداف التنمية المستدامة بقطاع التعدين بطرق مختلفة كما هو موضح في الشكل (5.4).

الشكل 5.4 التعدين وأهداف التنمية المستدامة



المصدر: (مركز كولومبيا للتنمية المستدامة وآخرون، 2016)

ملاحظات: AIDS = متلازمة نقص المناعة المكتسبة؛ C = الكربون؛ HIV= فيروس نقص المناعة البشرية؛ OSH= السلامة والصحة المهنية؛ TB= داء السل.





لعل المعيار الدولي المرجعي الأوسع انتشاراً هو "دليل منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بشأن العناية الواجبة لسلاسل التوريد المسؤولة للمعادن من المناطق المتأثرة بالنزاعات والمناطق عالية المخاطر" (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، 2016ب) و(المشار إليه في هذا التقرير بـ "دليل منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بشأن المعادن"). ويوفر هذا الدليل للشركات إطار عمل مرجعي بشأن العناية الواجبة لسلاسل التوريد عند الحصول على المعادن من المناطق المتأثرة بالنزاعات والمناطق عالية المخاطر. ويغطي هذا الدليل الطوعي العديد من القضايا بما في ذلك تتبع سلاسل التوريد، وتقييم المخاطر، وإشراك أصحاب المصلحة. وقد تم تكليف الدول الـ 46 الموقِّعة، التي تمثل 85% من الاستثمار الأجنبي، بتفعيل آليات الشكاوى الحكومية المناسبة بهذا الخصوص (ويتمور، 2021).

تم إدراج "دليل منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بشأن المعادن" في العديد من الأُطُر التنظيمية (ولا سيّما في الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي، وكذلك في البلدان المنتجة والمتاجِرة بالمعادن مثل جمهورية الكونغو الديمقراطية، ورواندا، والإمارات العربية المتحدة)، والأدلة الإرشادية للقطاع، ومتطلبات السوق. فعلى سبيل المثال، قامت "الغرفة التجارية الصينية لمستوردي ومصدري المعادن والعناصر المعدنية والمواد الكيميائية" بدمج معايير منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ضمن المعايير الصينية (علماً أن الغرفة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بوزارة التجارة وتضم ما يزيد على 6000 عضو تمثّل قيمة وارداتهم وصادراتهم السنوية حوالي 30% من إجمالي قيمة الواردات والصادرات في الصين). وفي عام 2022، تم إخضاع جميع المعادن المتداولة في بورصة لندن للمعادن لإجراءات العناية الواجبة الإلزامية وفقاً لـ"دليل منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بشأن المعادن" ، بما في ذلك الألمنيوم والكوبالت والنحاس والقصدير والنيكل والزنك والرصاص (معظمها ضروري من أجل التحول الأخضر والتحول الرقمي).

وانطلاقاً من أهمية المعايير الدولية في توفير مرجعية عالمية للتجارة، تجدر الإشارة أيضاً إلى المنظمة الدولية للمعايير "آيزو"، وهي منظمة دولية مستقلة غير حكومية تضم في عضويتها 167 هيئة وطنية للمعايير. وفي عام 1955، أنشأت "آيزو" لجنة فنية تعنى بوضع المعايير لأنشطة التعدين. ومنذ عام 2015، أنشأت المنظمة لجنتين جديدتين معنيتين بالمعادن والمواد بناءً على طلب "إدارة المعايير الصينية"، وهي هيئة التقييس الصينية للعناصر الأرضية النادرة والليثيوم. وتقوم هذه اللجان الفنية، التي تقودها الآن إدارة المعايير الصينية، بوضع معايير للتصنيف والتتبع (من المنجم إلى المنتجات النهائية)، وطرق التعبئة والتغليف والتحليل الكيميائي لتلك المواد. وقد تم نشر 7 معايير بشأن العناصر الأرضية النادرة، ويجري تطوير 9 معايير أخرى بشأنها، بالإضافة إلى 14 معيار بشأن الليثيوم (آيزو 2023أ، 2023ب). كما اقترحت مؤخراً "الرابطة الفرنسية لتوحيد المقاييس"، وهي هيئة المعايير الفرنسية، إنشاء لجنة فنية ل ـ14 مادة حرجة إضافية من ضمنها الكوبالت، والجرافيت، والبالاديوم (المعهد الأمريكي الوطني للمعايير، 2023).

نظراً لأهمية هذه الشركات في الصناعات المعدنية، تجدر الإشارة أيضاً إلى دليل منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية الخاص بالمؤسسات المتعددة الجنسيات، التي تخضع للمراجعة (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، 2011). ويحدد هذا الدليل مبادئ العناية الواجبة، وإعداد التقارير البيئية والاجتماعية، والعديد من الأمور الأخرى ذات الصلة.



تعتبر المشاركة النشطة للدول في تطوير المعايير الدولية أمراً ضرورياً لانخراطها في العملية التجارية وجني فوائدها. ومع أن اللجنة الفنية المعنية بالليثيوم التابعة لمنظمة "الآيزو" تضم في عضويتها جميع البلدان الرئيسية المشاركة في تعدين وتكرير الليثيوم، غير أن العديد من البلدان العاملة في تعدين وتكرير العناصر الأرضية النادرة لم تصبح عضواً فيها بعد. وتشمل هذه الدول إستونيا، ويتركز فيها قسم كبير لأنشطة التكرير؛ وجمهورية تنزانيا الاتحادية؛ وتنزانيا وميانمار، وهما لاعبان رئيسيان في أنشطة التعدين (ليسا عضوين كاملين في منظمة الآيزو).

وإلى جانب هذه المبادرات الدولية، يتم تنظيم سلاسل توريد المعادن بموجب العديد من النظم الوطنية والإقليمية. ومن هذه النظم "لائحة الاتحاد الأوروبي الخاصة بالمعادن المُتنازَع عليها" التي دخلت حيّز التنفيذ في عام 2021، وتطلب هذه اللائحة من الشركات القيام بإجراءات العناية الواجبة عبر سلاسل التوريد الخاصة بها، فضلاً عن تحديد المخاطر والحد منها بشكل فعال لدى القيام بإجراءات التنقيب عن المعادن في المناطق المتأثرة بالنزاعات والمناطق عالية المخاطر (المديرية العامة للتجارة، المفوضية الأوروبية، 2017).

تنطبق هذه اللائحة فقط على المعادن المتنازع عليها "3TG" (القصدير، والتانتالوم، والتنغستين، والذهب)، وليس على المعادن الأخرى المؤثّرة في تحول قطاع الطاقة مثل الكوبالت، والجرافيت، والنيكل، والليثيوم. وتشمل الأمثلة الأخرى القسم 1502 من قانون دود-فرانك الأمريكي (الذي يطالب الشركات المدرجة في البورصات الأمريكية بالكشف عما إذا كانت منتجاتها تحتوي على معادن متنازع عليها)، و"قانون العبودية الحديثة في المملكة المتحدة" لعام 2015، و"قانون العناية الواجبة بشأن عمالة الأطفال" الهولندي المعتمد في عام 2019.

وتهدف لائحة الاتحاد الأوروبي للبطاريات إلى تعزيز استدامة البطاريات طوال دورة حياتها من خلال إخضاع المواد الخام المستخدمة في صناعتها لمعايير الاستدامة الصارمة، بدءاً من استخراجها وحتى استخدامها وإعادة تدويرها. كما تغطّي هذه اللائحة المواضيع المتعلقة بكثافة الانبعاثات الكربونية ومتطلبات إعادة التدوير والعناية الواجبة، وستضمن إمكانية إعادة استخدام البطاريات أو إعادة تصنيعها أو إعادة تدويرها في نهاية عمرها الافتراضي. (المفوضية الأوروبية، 2022)



المبادرات التعددية لأصحاب المصلحة

ثمة زيادة عالمية في المبادرات التعددية لأصحاب المصلحة لتعزيز التوريد المسؤول والإنتاج المستدام وشفافية سلاسل توريد المواد الخام الحرجة. ومن أبرز الأمثلة على ذلك معايير الإبلاغ عن الاستدامة ضمن "المبادرة العالمية لإعداد التقارير (GRI)" والمستخدمة على نطاق واسع للشركات الكبيرة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2020) وبالإضافة إلى المعايير العامة، تتضمن "المبادرة العالمية لإعداد التقارير" أيضاً وثيقة توجيهية خاصة تحدد مؤشرات الأداء للإفصاح في قطاعي التعدين والمعادن (المبادرة العالمية لإعداد التقارير، 2023).

ومن الأمثلة الأخرى أيضاً "مبادرة المعادن المسؤولة (RMI)" التي تهدف إلى تحسين التوريد المسؤول للمعادن من خلال تطوير وتنفيذ المعايير والأدوات والبرامج المناسبة للشركات والموردين. ومع أن المبادرة ركزت في البداية على المعادن المتنازع عليها التي غالباً ما ترتبط بالنزاعات وانتهاكات حقوق الإنسان، إلا أنها الآن تغطي جميع سلاسل توريد المعادن (مبادرة المعادن المسؤولة، 2021). وتتضمن المبادرة أيضاً برامج للتدقيق وإصدار الشهادات، وأدوات العناية الواجبة لسلاسل التوريد، وبرامج بناء قدرات المورّدين.

هناك أيضاً "التحالف العالمي للبطاريات (GBA)"، وهو مبادرة تعددية لأصحاب المصلحة أطلقها المنتدى الاقتصادي العالمي في عام 2017، وتوفر إطاراً إضافياً لضمان توريد وإنتاج المعادن بشكل مسؤول. ويغطي التحالف مجالاتٍ مختلفة مثل حقوق الإنسان، وممارسات العمل، والإدارة البيئية، والمشاركة المجتمعية؛ ويسعى إلى إنشاء سلسلة قيمة مستدامة ومسؤولة للبطاريات من خلال التركيز على تخفيف الآثار الاجتماعية والبيئية المتعلقة باستخراج مواد البطاريات ومعالجتها والتخلص منها، وقد وضع مجموعة من المبادئ التوجيهية لبلوغ هذا الهدف. كما يعمل التحالف على تعزيز الشفافية وإمكانية التتبع عبر سلاسل التوريد، ويشجع على تعاون أصحاب المصلحة لحفز التغيير المنهجي (التحالف العالمي للبطاريات، 2017).

وترسي "مبادرة الشفافية في الصناعات الاستخراجية (EITI)" معياراً عالمياً لإدارة الموارد الطبيعية بطريقة شفافة ومسؤولة، حيث تهدف المبادرة إلى زيادة الشفافية والحد من الفساد، وتشجع الحكومات والشركات ومنظمات المجتمع المدني على توحيد جهودهم للكشف عن المعلومات حول إيرادات استخراج المعادن والموارد الأخرى. وبالإضافة إلى ذلك، أدرجت المبادرة القضايا البيئية في عملها تدريجياً مع مراجعة معيارها في عام 2019 لتشجيع البلدان المنفِّذة على الكشف عن المعلومات المهمة بشأن إدارة ومراقبة الآثار البيئية للاستخراج. والجدير بالذكر أن أكثر من 50 دولة تطبّق معيار مبادرة الشفافية في الصناعات الاستخراجية حالياً.



© Kriminskaya Ekaterina | gettyimages.com
© Magnifical Productions | shutterstock.com

إنّ المبادرات المذكورة أعلاه ليست الوحيدة في هذا الشأن. إذ يبين الجدول (4.4) مبادرات تعددية أخرى لأصحاب المصلحة من أجل تنظيم أعمال المعادن الحرجة لتمكين تحول الطاقة.

الجدول 4.4 مجموعة مختارة من المبادرات التعددية لأصحاب المصلحة في قطاع المعادن

مجالات التغطية	المنظمات المؤسسة	المعايير/ الإرشادات
جميع الموارد المعدنية	المجلس الدولي للتعدين والمعادن ICMM	مبادئ التعدين/ توقعات الأداء/ إطار التنمية المستدامة (المجلس الدولي للتعدين والمعادن، 2022ب)
	مبادرة ضمان التعدين المسؤول (IRMA)	معيار التعدين المسؤول (مبادرة ضمان التعدين المسؤول، 2006)
	جمعية التعدين الكندية (MAC)	بروتوكولات وأطر مبادرة التعدين المستدام (جمعية التعدين الكندية، 2004)
	مجموعة "دي إم تي" الهندسية و"المعهد الأوروبي للتكنولوجيا" للمواد الخام	معيار الأداء (CERA4in1, 2017 (CERA 4in1
	مؤسسة التمويل الدولية / مجموعة البنك الدولي	معايير الأداء المتعلقة بالاستدامة البيئية والاجتماعية (مؤسسة التمويل الدولية، 2012)
	مبادرة المعادن المسؤولة (RMI)	عملية ضمان المعادن المسؤولة (مبادرة المعادن المسؤولة، 2018)
	بورصة لندن للمعادن (LME)	متطلبات الموارد المسؤولة في بورصة لندن للمعادن (بورصة لندن للمعادن، 2019)
النحاس (+الرصاص والنيكل والزنك والموليبدنوم)	الجمعية العالمية للنحاس	كوبر مارك (كوبر مارك، 2019)
الألمنيوم (+البوكسيت، الألومينا)	14 شركة مؤسسة	مبادرة الإشراف على الألمنيوم (ASI) (مبادرة الإشراف على الألمنيوم، 2023)
الفولاذ (+الحديد)	مختلف أصحاب المصلحة	الفولاذ المسؤول (الفولاذ المسؤول، 2018)
القصدير	الرابطة الدولية للقصدير ومركز تانتالوم نيوبيوم الدولي للدراسات	مبادرة سلسلة توريد القصدير الدولية (ITSCI) (مبادرة سلسلة توريد القصدير الدولية، 2010)
الكوبالت	مرفق التأثير (منظمة بريطانية غير حكومية) وشركات مختلفة	تحالف الكوبالت العادل (تحالف الكوبالت العادل، 2020)
	الغرفة التجارية الصينية لمستوردي ومصدري المعادن والعناصر المعدنية والمواد الكيميائية، ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	مبادرة الكوبالت المسؤول (ريسبكت إنترناشيونال، 2016) إطار التقييم المسؤول لصناعة الكوبالت (معهد الكوبالت، 2021)

إجراءات الشركات الخاصة

بصرف النظر عن المبادرات متعددة الأطراف والشركات ذات المصالح المتعددة، يوجد لدى العديد من الشركات برامجها الخاصة لتوريد المواد الخام الحرجة بشكل مسؤول. وفيما يلي بعض الأمثلة:

- ستحصل تسلا على الكوبالت والمعادن الحرجة الأخرى فقط من الموردين الذين يلتزمون بمعاييرها البيئية والاجتماعية. كما أنها تعمل على تطوير تركيبات جديدة للبطاريات للحد من اعتمادها على الكوبالت في بطارياتها.
- طوّرت آبل برنامجاً للتوريد المسؤول، يتطلب من مورديها الامتثال لمعايير بيئية واجتماعية صارمة، ويشمل العديد من المعادن الحرجة، بما في ذلك الكوبالت والتنتالوم والقصدير والتنغستن والذهب. وتعمل آبل على تعزيز ممارسات التعدين المسؤول من خلال مشاركتها في مبادرة المعادن المسؤولة (RMI).
- وضعت فورد استراتيجية مواد مستدامة، تركز على المعادن الحرجة مثل الكوبالت والليثيوم والعناصر الأرضية النادرة. وهي تعمل على تحديد ومعالجة المخاطر البيئية والاجتماعية في سلاسل التوريد الخاصة بها وتتعاون مع الموردين لتعزيز ممارسات التوريد المسؤول.
- وضعت ريو تينتو برنامجاً للتوريد المسؤول، يغطي عدة معادن، تشمل النحاس والألومنيوم والألماس، ويركز على حقوق الإنسان واستدامة البيئة ومشاركة المجتمع. ويتضمن البرنامج العمل مع الموردين لمعالجة المخاطر وتحسين الممارسات.
- أسست شركة بي إم دبليو برنامجاً للتنمية المستدامة يركز على التوريد المسؤول للمعادن الحرجة، مثل الكوبالت والليثيوم. وتعمل بي إم دبليو مع الموردين لتعزيز الممارسات المستدامة، والتزمت باستخدام المواد الخام المستدامة المعتمدة فقط في منتجاتها بحلول عام 2030.
- أنشأت شركة فولكس فاجن برنامجاً شاملاً للتنمية المستدامة يركز على التوريد المسؤول للمعادن الحرجة، مثل الليثيوم والكوبالت. وتعمل فولكس فاجن مع الموردين لضمان امتثالهم لمعاييرها البيئية والاجتماعية، وتستثمر أيضاً في تقنيات جديدة للحد من اعتمادها على المعادن الحرجة في منتجاتها.
- تضمن أوميكور التأمين المستدام لمواد البطارية (الكوبالت والليثيوم والنيكل) من خلال إطار عمل يشمل أنظمة المعاملات واللوجستيات وفحوصات الجودة والبصمة الكيميائية ومشاركة أصحاب المصلحة.



© cornfield | shutterstock.com

النهج الشامل

هناك قيود في النهج المعمول به حالياً في التوريد المسؤول للمواد الحرجة، وخاصة مخططات التتبع، إذ يجب على هذه المخططات أن تعمل على بناء الثقة وضمان الأصالة وتقليل الفجوات المحتملة في النظام لتصبح فعالة (سوفاكول وآخرون، 2020). وفي الوقت الحالي، تكون هذه المخططات طوعية غالباً وتفتقر إلى التماسك وآليات تنفيذ قوية.

يمكن جعل مخططات التتبع أكثر فعالية عن طريق تضمين عقوبات مناسبة وعواقب وآليات تعويض وإصلاح رداً على التجاوزات. ومن المرجح أن يتطلب هذا مشاركة أكبر من المؤسسات العامة والحكومات. ومع ذلك، حتى مع مشاركة الحكومة وإنفاذها بشكل أقوى، فإن أنظمة التتبع وحدها تعاني من قيود متأصلة، فعادةً ما تولي الأولوية للتخفيف من مخاطر السمعة للشركات في سلاسل قيمة المواد الخام الحرجة بدلاً من إحداث التغيير الاجتماعي التحويلي (كيجرل وآخرون، 2023؛ سوفاكول وآخرون، 2020) وبالتالي فهي ليست حلاً شاملاً للقضايا الأساسية.

على سبيل المثال، إحدى الاعتبارات الحرجة في مبادرات التوريد المسؤول هي التأثير غير المقصود على المشاركين الضعفاء في سلسلة التوريد، مثل عمال المناجم الحرفيين والذين يعملون على نطاق ضيق ، الذين يواجهون غالباً عدم اليقين الاقتصادي وانعدام الأمن الوظيفي، ويتحملون عبئاً غير متناسب من انتهاكات حقوق الإنسان والضرر البيئي. إن مجرد حماية سبل عيشهم لا يرقى إلى مستوى معالجة المشكلة الأساسية، الأمر الذي يتطلب الانخراط في حوار شامل يشمل التوزيع العادل للمخاطر والمدخلات والمساهمات الإبداعية والقيمة الناتجة.

على الرغم من وجود تزايد في المبادرات الإقليمية والوطنية والصناعية حول كيفية التعامل مع تحديات سلاسل التوريد المختلفة، إلا أنه لا يوجد إطار عالمي حكومي شامل لمعالجة توريد المواد الخام الحرجة وإنتاجها وتجارتها بشكل عام. ومع ازدياد أهمية هذه المواد في تحول الطاقة وما بعده، يصبح العمل السياسي المنسق أمراً متزايد الأهمية. ويمكن لجهد عالمي تحت رعاية الأمم المتحدة أن يلعب دوراً رئيسياً في ضمان عدالة وإنصاف وشفافية سلاسل قيمة المواد الخام الحرجة.



الاعتبارات السياسية ومسار العمل في المستقبل

اعتبرت "اللجنة الدولية لبحث الجوانب الجيوسياسية للتحول في مجال الطاقة" التابعة للوكالة الدولية للطاقة المتجددة في تقريرها لعام 2019 أن المشكلات المتعلقة بالمواد الخام الحرجة تشكل أولوية لصناع القرار (اللجنة الدولية لبحث الجوانب الجيوسياسية للتحول في مجال الطاقة، 2019). تُعتبر المواد الخام الحرجة نادرة بالفعل، ويُعزى ذلك جزئياً إلى أن هذه الأسواق تعمل بشكل دوري مثل أسواق السلع الأخرى. فعندما يرتفع الطلب، تستغرق استجابة التوريد وقتاً، وخاصةً مع استغراق إنجاز مشاريع التعدين الجديدة فترات زمنية طويلة. ولاحظت اللجنة وفرة الموارد الجيولوجية والتوزيع الواسع لاحتياطات المواد، مع الاعتراف بأن تعدينها وإنتاجها غالباً ما يكون مكلفاً وملوّثاً.

يعكس هذا التقرير الملاحظات الأولية التي أبدتها اللجنة. ومع الضغط لتسريع تحول الطاقة وفقاً للمسار المحدد وفق سيناريو وقف ارتفاع درجات الحرارة عند 1.5 درجة مئوية، يجب نشر تقنيات تحول الطاقة على نطاق واسع بحلول عام 2030. ويقدر تقرير "نظرة مستقبلية لتحولات الطاقة حول العالم" للوكالة ضرورة نشر ما متوسطه 1000 جيجاواط من مصادر الطاقة المتجددة كل عام. كما يؤكد التقرير على أهمية توفر البنية التحتية الملائمة كعنصر أساسي لاستيعاب نسب عالية من الطاقة الشمسية والرياح، وتجارة الكهرباء عبر الحدود، واعتماد النظم الكهربائية في قطاعات الاستخدامات النهائية مثل النقل، وإنتاج وتجارة الهيدروجين الأخضر. وتعمل هذه التقنيات مجتمعة على زيادة الطلب على المواد الخام الحرجة بشكل كبير.

ومن المسلم به على نطاق واسع أن سلاسل التوريد للعديد من المواد الخام الحرجة تتركز في عدد قليل من الدول وبيد عدد محدود من الشركات. ويخلق هذا التركيز ضعفاً وعدم يقين لكل من الدول المستهلكة والدول المنتجة، مما يمكن أن يؤثر على نشر تقنيات تحول الطاقة وتكلفتها واستدامتها. لكن أمن التوريد هو جزء فقط من العملية. فلطالما حثّت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة على تبني نهج شامل لجميع جوانب تحول الطاقة من أجل تشكيل النتائج وإدارة المخاطر بشكل مسبق. وهذا أمر ضروري بشكل خاص في سعينا للحصول على المواد الخام الحرجة، نظراً لوجود إرث من معايير العمل الضعيفة، والنزوح، وتلوث المجاري المائية، وتدهور الأراضي في المجتمعات التي تعمل بها المناجم. علاوةً على ذلك، يمنح الطلب المتزايد على المواد الخام الحرجة فرصاً جديدة للبلدان النامية الغنية بالموارد، خاصة للحصول على قيمة اقتصادية أكبر. قد تظهر أيضاً نتائج اقتصادية واجتماعية وبيئية وجيوسياسية إضافية عند توسيع أسواق المواد الخام الحرجة. لذا، من الضروري تنويع سلاسل التوريد للمواد الحرجة بسرعة وبطريقة مدروسة. وفيما يلي بعض الاعتبارات الرئيسية لصانعي السياسات .



© Sunshine Seeds | shutterstock.com

تعد التقييمات الشاملة، على مستوى الاقتصاد، للطلب على المواد الخام الحرجة وسيلة ضرورية لتحديد المخاطر المحتملة، كما تساعد في تجنب التنافس بين القطاعات.

يجب على الدول تقييم تأثير الطلب المتزايد على المواد الخام الحرجة عبر جميع القطاعات الاقتصادية وفقاً لاستراتيجيات صافي الانبعاثات الصفري الخاصة بها. وفي الوقت الحالي، يأتي معظم الطلب على هذه المواد من قطاعات غير مرتبطة بتحول الطاقة، بما في ذلك الإلكترونيات، والطيران، والدفاع، والرعاية الصحية، وإنتاج الصلب، والألمنيوم. ومع ذلك، فإن مشهد الطلب يتطور بسرعة مع طرح تقنيات الطاقة المتجددة والبطاريات والمركبات الكهربائية. علاوةً على ذلك، يسهم تحديث وتوسيع الشبكات في زيادة استخدام هذه المواد. وعلى المدى القصير إلى المتوسط، سيكون من المهم متابعة ورصد كيفية تأثير الطلب المتزايد على المواد المتعلقة بإنتاج الطاقة على الطلب العام، وذلك من أجل تقييم التوازنات والاستراتيجيات الممكنة وتجنب التنافس بين القطاعات والصناعات.

لا يمكن لأي دولة وحدها تلبية طلبها على جميع المواد الخام الحرجة، لذا يجب تطوير وتنفيذ استراتيجيات تعاونية تعود بالفائدة على جميع الأطراف المعنية.

نظراً للمدد الزمنية الطويلة التي يحتاجها إنشاء مناجم ومنشآت تصنيع جديدة، فمن المتوقع أن يستمر تركز سلاسل التوريد في المستقبل القريب. ويجب أن تسعى الدول إلى تطوير استراتيجيات مزدوجة لضمان التعاون والحفاظ على سير الأسواق، بالإضافة إلى تنويع سلاسل التوريد على المدى الطويل. وتركز العديد من المبادرات الثنائية والإقليمية والصناعية على التحديات التي تواجه سلسلة التوريد، التي يمكن الاستفادة منها لاتخاذ إجراءات سياسية منسقة. وعلى المستوى العالمي، فإن الإطار التعاوني للمواد الحرجة التابع للوكالة هو منصة راسخة لتبادل المعرفة وأفضل الممارسات، وتنسيق الإجراءات لضمان استمرار تأمين المعادن والمواد المستدامة لتحقيق تحول متسارع للطاقة.

ينبغي إجراء تقييمات شاملة للمواد الحرجة لكل معدن لفهم التبعيات والمخاطر والابتكارات التي قد تؤثر على العرض والطلب بشكل كامل.

على الرغم من القائمة الطويلة للمواد الحرجة المعترف بها، لكن ليست جميعها مهمة بنفس القدر لتحول الطاقة، كما أن تقييمات أهمية كل منها غير متسقة. فعلى سبيل المثال، أدت الابتكارات إلى زيادة استخدام مواد بديلة لتلك المصنفة على أنها حرجة، مثل النيوديميوم، والنحاس، والليثيوم. ويجب على صناع السياسات أن يواصلوا تعزيز الابتكار للحد من الاعتمادية على مواد محددة ومواجهة التحديات الخاصة المرتبطة بكل مادة منها على طول سلاسل العرض والطلب. كما أنه من الضروري إجراء مراجعات وتقييمات منتظمة لقوائم المواد الخام الحرجة نتيجة للابتكارات السريعة التي تحدث في مجال الإنتاج.


© Phawat | shutterstock.com

يمكن التخفيف من المخاطر الجيوسياسية من خلال زيادة الاستثمار في البحث والتطوير، مما يُسرّع من إيجاد حلول بديلة، ويعزز الكفاءة، ويوسع خيارات إعادة تدوير وإعادة استخدام المواد.

يمكن اتباع استراتيجيات متعددة لمنع التحديات الرئيسية في الإمدادات التي يواجهها العالم حتى عام 2050، مع التركيز على هذا العقد الزمني. ومن بين هذه الاستراتيجيات تصميم المنتج لتقليل استخدام المواد الخام الحرجة، وإعادة تدوير واستخدام المنتجات لاستعادة المواد النادرة. وهناك توجهات واعدة مؤخراً، مثل توجه مصنعي البطاريات إلى خفض اعتمادهم على إمدادات المواد الخام الحرجة. ويجب أن يدعم صناع السياسات الابتكارات التي تقلل الطلب وتعزز الاقتصاد الدائري لضمان أمن المواد على المدى الطويل.

التصدي لعدم اليقين في توقعات العرض والطلب بشأن بعض المواد الخام الحرجة يتطلب شفافية ومراقبة أكبر للبيانات.

يجب أن يبدأ هذا بجمع معلومات وبيانات أكثر تفصيلاً عن الاحتياطات والإنتاج والاستثمار والتسعير، وعوامل أخرى، لتتبع العرض الحالي وزيادة شفافية السوق. كما يمكن لتبني معايير الجودة والاعتماد الدولية للمنتجات الرئيسية التي تتضمن مواد حرجة أن يسهم في تشكيل السوق. ويجب أن يترافق هذا الجهد بتطويرات وتحديثات متكررة لسيناريوهات الطلب، مما يوفر رؤية أفضل للثغرات المحتملة وتأثيرات الابتكار. كما يجب إجراء تقييم دقيق لأي إجراءات سياسية قصيرة الأجل، مثل التخزين، لتجنب التأثيرات غير المقصودة على العمل المناخي.

يمكن للدول النامية استغلال مواردها المعدنية والحفاظ على قيمة اقتصادية أكبر، مما يشكل الأساس لاستراتيجية تنويع تسهم أيضاً في تحقيق العدالة والاستقرار العالميين.

بالإضافة إلى السياسات التي يمكن أن تضمن قيمة مضافة وطنية وتعزز الصناعة الخضراء، يجب أن يشمل تنويع سلاسل التوريد استراتيجية للتجارة والتعاون بين الدول المتقدمة والدول النامية. ويتطلب النهج التعاوني والمتوازن في التعامل مع السياسات الخارجية من الدول المستوردة دعم التنمية الصناعية في الدول النامية بما يتجاوز الأنماط الاستخراجية في سلاسل توريد المواد الخام الحرجة. ويشتمل ذلك على تعزيز الشراكات، بما في ذلك مع القطاع الخاص، والدعوة إلى تبني ممارسات التوريد المسؤولة، ودعم بناء القدرات في الدول المنتجة، وتعزيز الشفافية والمساءلة، والاستثمار في مبادرات مستدامة. يمكن أن تساعد هذه الخطوات الملموسة الدول المستوردة على المساهمة في التنمية العادلة والمستدامة، مما يضمن نهجاً أكثر شمولاً ومنفعة متبادلة في تأمين المواد الخام الحرجة، مع ضمان المرونة على المدى الطويل لسلاسل توريد المواد.

التعاون الدولي أمر بالغ الأهمية في إنشاء أسواق شفافة ذات معايير وأنظمة متسقة، وترتكز على حقوق الإنسان وحماية البيئة ومشاركة المجتمعات.

تشكل الطفرة المعدنية القائمة على الطاقة فرصة لإعادة صياغة إرث الصناعة الاستخراجية. وتحتاج القضايا المعروفة المتعلقة بممارسات التعدين إلى استجابة استباقية من الدول والشركات على حدٍ سواء. ويجب على الدول المستوردة والمصدرة التعاون لتطوير سلاسل توريد تلتزم بمعايير واضحة تهتم بحقوق الإنسان وتعالج المخاوف البيئية وتعزز مشاركة المجتمعات. وتعد هذه المعايير أساسية للأمان البشري، وغيابها يعد أحد أسباب عدم اليقين الجيوسياسي. وفي هذا الصدد، يجب إخضاع شركات التعدين للمساءلة فيما يتعلق بإدارة عمليات الاستخراج. وهذا يتطلب المشاركة في حوار شامل يؤكد على التوزيع العادل للمخاطر والمدخلات والإسهامات الإبداعية والقيمة الناتجة. ويمكن لجهد عالمي تحت رعاية الأمم المتحدة أن يلعب دوراً مهماً في ضمان أن تكون سلاسل قيمة المواد الخام الحرجة عادلة ومنصفة وشفافة.

REFERENCES

Abraham, D.S. (2017), *The elements of power: gadgets, guns, and the struggle for a sustainable future in the rare metal age*, Yale University Press, New Haven.

African Climate Foundation (2022), *Geopolitics of Critical Minerals in Renewable Energy Supply Chains*, The African Climate Foundation, Cape Town, https://africanclimatefoundation.org/wp-content/uploads/2022/09/800644-ACF-03_Geopolitics-of-critical-minerals-R_WEB.pdf (accessed 17 May 2023).

African Minerals Development Centre (2018), *Desktop Review of African Geological Survey Organisation Capacities and Gaps*, Economic Commission for Africa, Addis Ababa, Ethiopia, https://archive.uneca.org/sites/default/files/PublicationFiles/desktop_review_of_african_geological_survey_organisation_capacities_and_gaps_2018.pdf (accessed 15 May 2023).

Agatie, C. (2023), "Tesla Might Enter Mining Business After All, As It Mulls Sigma Lithium Buyout", https://www.autoevolution.com/news/tesla-might-enter-the-mining-business-after-all-as-it-mulls-sigma-lithium-buyout-210540.html (accessed 6 April 2023).

Agency for Natural Resources and Energy (2020), *Japan's new international resource strategy to secure rare metals,* Agency for Natural Resources and Energy, Tokyo, https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/special/article/detail_158.html (accessed 31 March 2023).

Albemarle (2023), *2023 Strategic Update*, https://s201.q4cdn.com/960975307/files/doc_events/2023/Jan/24/2023_01_ALB_Strategic_Update_PPT_Web.pdf

Albertin, Giorgia., *et al.* (2021), *Tax Avoidance in Sub-Saharan Africa's Mining Sector,* IMF, Washington, D.C., https://www.imf.org/en/Publications/%20Departmental-Papers-Policy-Papers/Issues/2021/09/27/Tax-Avoidance-in-Sub-Saharan-Africas-Mining-Sector-464850. (accessed 15 May 2023).

Ali, S.H. (2009), Mining, the environment, and the indigenous development conflicts, University of Arizona Press, Tucson.

Anderson, R.W., and Gilbert, C. L. (1988), "Commodity Agreements and Commodity Markets: Lessons From Tin", The Economic Journal, vol. 98/389, pp. 1, https://doi.org/10.2307/2233509

Anglo American (2021), *Anglo American secures 100% renewables across South American operations*, Anglo American, London, https://www.angloamerican.com/media/press-releases/2021/15-04-2021 (accessed 12 May 2023).

Anglo American (2023), "nuGenTM", https://southafrica.angloamerican.com/our-difference/futuresmart-mining/nugen

AngloAmerican (2022), *Integrated report 2022*, https://www.angloamericanplatinum.com/~/media/Files/A/Anglo-American-Group/Platinum/report-archive/2022/integrated-annual-report-2022.pdf

Asamina, H. (2022), "Japan seeks to release rare earths, 10 other critical items from China's grip", Nikkei Asia, https://asia.nikkei.com/Spotlight/Supply-Chain/Japan-seeks-to-release-rare-earths-10-other-critical-items-from-China-s-grip (accessed 3 April 2023).

ASI (2023), "Aluminium Stewardship Initiative", https://aluminium-stewardship.org/ (accessed 5 April 2023).

Attwood, J. (2023), "Peru's Violent Protests Imperil 30% of Its Copper Output", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-27/protest-surge-imperils-30-of-copper-supply-in-no-2-miner-peru#xj4y7vzkg (accessed 29 March 2023).

Awng, M. H. A. (2022), "Myanmar's environment hit by rare earth mining boom", *Earth Journalism Network*, https://earthjournalism.net/stories/myanmars-environment-hit-by-rare-earth-mining-boom (accessed 11 May 2023).

AY, U., *et al.* (2018), "Water Pollution Resulting From Mining Activity: An Overview", *Conference: Proceedings of the 2018 Annual Conference of the School of Engineering & Engineering Technology (SEET)*, The Federal University of Technology, Akure, Nigeria, vol. 3, https://www.researchgate.net/publication/326925600_Water_Pollution_Resulting_From_Mining_Activity_An_Overview (accessed 12 May 2023).

Ayuk, E. T., *et al.* (2020), *Mineral Resource Governance in the 21st Century: Gearing Extractive Industries to Sustainable Development*, UNEP, Nairobi, Kenya, https://www.resourcepanel.org/reports/mineral-resource-governance-21st-century (accessed 13 April 2023).

Azevedo, M., *et al.* (2018), *Lithium and cobalt – a tale of two commodities*, McKinsey&Company, https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/metals%20and%20mining/our%20insights/lithium%20and%20cobalt%20a%20tale%20of%20two%20commodities/lithium-and-cobalt-a-tale-of-two-commodities.pdf (accessed 6 April 2023).

Babbitt, C. W., *et al.* (2021), "The role of design in circular economy solutions for critical materials", *One Earth*, vol. 4/3, pp. 353–62, https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.02.014

Baker, E., *et al.* (2020), "Chapter II: Mine Tailings Facilities: Overview and Industry Trends", *Towards Zero Harm: A Compendium of Papers Prepared for the Global Tailings Review*, Global Tailings Review, London, https://globaltailingsreview.org/wp-content/uploads/2020/08/towards-zero-harm.pdf (accessed 12 May 2023).

Bangkok Post (2021), "Illegal rare-earth mining surges in Myanmar", *Bangkok Post*, https://www.bangkokpost.com/world/2112407/illegal-rare-earth-mining-surges-in-myanmar (accessed 11 May 2023).

Banya, N. (2022), "Zimbabwe bans raw lithium exports to curb artisanal mining", *Reuters*, https://www.reuters.com/world/africa/zimbabwe-bans-raw-lithium-exports-curb-artisanal-mining-2022-12-21/ (accessed 4 April 2023).

Barbezat, D. (1989), "Cooperation and Rivalry in the International Steel Cartel, 1926–1933", *The Journal of Economic History*, vol. 49/2, pp. 435–47, https://doi.org/10.1017/S0022050700008044

Basquill, J. (2020), *South African ports reopen but lockdown confusion hits mining sector*, Global Trade Review, London, https://www.gtreview.com/news/africa/south-african-ports-reopen-but-lockdown-confusion-hits-mining-sector/ (accessed 27 March 2023).

Blakemore, R., *et al.* (2022), *Alternative Battery Chemistries and Diversifying Clean Energy Supply Chains*, Atlantic Council Global Energy Centre, Washington, DC, https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2022/09/Alternative-Battery-Chemistries-and-Diversifying-Clean-Energy-Supply-Chains.pdf (accessed 31 March 2023).

Blas, J. (2022), "Commodity Traders Can't Go 'Unregulated' Anymore", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2022-04-25/russia-s-ukraine-war-puts-spotlight-on-unregulated-opaque-commodity-trading?leadSource=uverify+wall (accessed 6 April 2023).

Bloomberg News (2022), "Russian Metal Exports Slide as Sanctions Hit Commodity Financing", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-02-28/russian-metal-exports-slide-as-sanctions-hit-commodity-financing#xj4y7vzkg (accessed 27 March 2023).

BMI (2019), "Manganese: The Black Art", *Benchmark Minerals*, https://www.element25.com.au/site/PDF/1771_0/BenchmarkMineralIntelligenceManganeseTheBlackArt

BMI (2022b), "Lithium has to scale twenty times by 2050 as automakers face generational challenge", *Benchmark Minerals*, https://source.benchmarkminerals.com/article/lithium-has-to-scale-twenty-times-by-2050-as-automakers-face-generational-challenge/

BNamericas (2022), "Brazil's Vale looking to ramp up copper, nickel output", https://www.bnamericas.com/en/analysis/brazils-vale-looking-to-ramp-up-copper-nickel-output

BNEF (2022a), "2H 2022 Battery Metals Outlook: Short-Term Risks To Growth", *BloombergNEF*, https://www.bnef.com/login?r=%2Finsights%2F30441 (accessed 28 March 2023).

BNEF (2022b), "Interactive Datasets", Bloomberg New Energy Finance, www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000014

BNEF (2023), *Metals: Mine supply forecast and refinery supply forecast*, BloombergNEF, London, https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d7ea4a2000001?data-hub=61 (accessed 16 June 2023).

Boyd, R. *et al.* (eds.) (2016), "Mineral resources in the Arctic", Geological Survey of Norway, Trondheim, Norway, https://www.ngu.no/upload/Aktuelt/CircumArtic/Mineral_Resources_Arctic_Mainbook.pdf (accessed 24 May 2023).

Bray, M. (1997), "Meddelanden från Ekonomisk-historiska institutionen vid Göteborgs universitet (Eliminating the Competition: Price-fixing and Market-sharing in the Nickel Industry 1895–1929)", in European Business History Association and Göteborgs universitet (eds.), *Business and European integration since 1800: regional, national, and international perspectives*, Graphic Systems, Göteborg.

Bryan, K., and Milne, R. (2023), "Norway seeks to open vast ocean area to deep-sea mining", Financial Times, https://www.ft.com/content/44855d32-82c2-4f4c-b77c-1c21d3c1279f (accessed 15 June 2023).

Buchan, D., and Errington, C. (2018), *Commodities Demystified: A guide to trading and the global supply chain – second edition*, Trafigura Group, Singapore, https://www.trafigura.com/brochure/commodities-demystified-a-guide-to-trading-and-the-global-supply-chain-second-edition (accessed 6 April 2023).

Bureau of International Recycling (BIR) (2021), "Non-Ferrous metals" (extract from Annual Report 2021), BIR, Brussels, https://www.bir.org/the-industry/non-ferrous-metals (accessed 4 April 2023).

Burton, M. (2021), "Magnesium Buyers Warn Crunch Threatens Millions of European Jobs", Bloomberg, https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-10-22/magnesium-buyers-warn-crunch-threatens-millions-of-european-jobs#xj4y7vzkg (accessed 27 March 2023).

Burton, M. (2022), "London Metal Exchange Trading Resumes After Five-Hour Outage", Bloomberg, https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-01-11/world-s-top-metals-trading-bourse-says-power-issues-cause-outage?leadSource=uverify+wall (accessed 6 April 2023).

Burton, M. (2023), "Europe Balks at Strategic Stockpile for Critical Green Metals", Bloomberg, https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-03-13/europe-balks-at-strategic-stockpile-for-critical-green-metals#xj4y7vzkg (accessed 4 April 2023).

Burton, M., and Barrett, J. (2020), "Mining Australia's sacred sites", *Reuters*, https://www.reuters.com/graphics/AUSTRALIA-MINING/INDIGENOUS/oakpearaepr/ (accessed 10 May 2023).

Business & Human Rights Centre (2022), "Transition Minerals Tracker", https://www.business-humanrights.org/en/from-us/transition-minerals-tracker/ (accessed 10 May 2023).

Byung-wook, K. (2021), "S. Korea to beef up critical metals stockpile", *The Korea Herald*, http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20210805000737 (accessed 4 April 2023).

Caceres, E. J. (2023), "EU green-tech homeshoring plans face resistance in Spain", *DW*, https://www.dw.com/en/spanish-lithium-eus-green-tech-homeshoring-plans-face-resistance-on-the-ground/a-64996771 (accessed 31 March 2023).

Calam, C. (2020), "USGS Forms Alliance with Australia and Canada to Mine Critical Minerals", https://www.thermofisher.com/blog/mining/usgs-forms-alliance-with-australia-and-canada-to-mine-critical-minerals/

Cang, A., and Farchy, J. (2023), "Chinese Group Heads to LME With Plan to Draw a Line Under Nickel Crisis", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-02-24/nickel-crisis-chinese-group-heads-to-lme-one-year-after-squeeze#xj4y7vzkg (accessed 30 March 2023).

Casey, J. (2019), "Artisanal mining: the dangers that come with the job", *Mining Technology*, https://www.mining-technology.com/features/artisanal-mining-the-dangers-that-come-with-the-job/ (accessed 11 May 2023).

CERA4in1 (2017), "The Certification of Raw Materials", https://www.cera4in1.org/ (accessed 5 April 2023).

Church, C., and Crawford, A. (2018), *Green Conflict Minerals: The fuels of conflict in the transition to a low-carbon economy*, IISD, Canada, https://www.iisd.org/system/files/publications/green-conflict-minerals.pdf (accessed 30 March 2023).

Clark, H. (2023), *Does the potential for corruption in the mining sector threaten a just energy transition?*, World Economic Forum, https://www.weforum.org/agenda/2023/04/corruption-in-the-mining-sector-threatens-a-just-energy-transition/ (accessed 15 May 2023).

CNBC (2021), "The new U.S. plan to rival China and end cornering of market in rare earth metals", https://www.cnbc.com/2021/04/17/the-new-us-plan-to-rival-chinas-dominance-in-rare-earth-metals.html

Cobalt Blue Holdings (2022), *The Cobalt Market*, https://cobaltblueholdings.com/assets/resources/The-Cobalt-Market_Apr-22.pdf

Cobalt institute (2021), "Cobalt Industry Responsible Assessment Framework (CIRAF)", https://www.cobaltinstitute.org/responsible-sourcing/industry-responsible-assessment-framework-ciraf/ (accessed 5 April 2023).

Columbia Centre on Sustainable Development, *et al.* (2016), *Mapping Mining to the Sustainable Empowered lives. Resilient nations. Development Goals: An Atlas, Columbia Centre on Sustainable Development*, UNDP; UN Sustainable Development Solutions Network; World Economic Forum, Geneva, https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Mapping_Mining_SDGs_An_Atlas_Executive_Summary_FINAL.pdf (accessed 5 April 2023).

Connor, J. (2012), *Price Effects of International Cartels in Markets for Primary Products*, Centre for Economic Policy Research (CEPR) and Consumer Unity & Trust Society (CUTS International), London, https://www.cuts-ccier.org/pdf/Trade_Competition_and_the_Pricing_of_Commodities.pdf#page=73 (accessed 29 March 2023).

Cuffe, S. (2022), "The Hidden Story of a Notorious Guatemalan Nickel Mine", *The Intercept*, https://theintercept.com/2022/03/27/solway-guatemala-nickel-mine/ (accessed 10 May 2023).

Daly, T., and Zhang, M. (2020), "China rare earths firm Shenghe hit by 'once-in-a-century' flooding", *Reuters*, https://www.nasdaq.com/articles/china-rare-earths-firm-shenghe-hit-by-once-in-a-century-flooding-2020-08-19 (accessed 29 March 2023).

Daniels, J.P. (2022), "Consent was never given': indigenous groups oppose restarting Guatemala nickel mine", *The Guardian*, https://www.theguardian.com/global-development/2022/mar/06/indigenous-groups-oppose-restarting-guatemala-nickel-mine (accessed 10 May 2023).

Darbar, D. (2022), *An overview of cobalt-free, nickel-containing cathodes for Li-ion batteries*, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468606922002313

Deep Sea Conservation Coalition (2022), "Resistance to Deep-Sea Minig: Governments and Parliamentarians", https://savethehighseas.org/voices-calling-for-a-moratorium-governments-and-parliamentarians/ (accessed 17 May 2023).

DELVE (2023), "A Global Platform for Artisanal & Small Scale Mining Data", https://delvedatabase.org/ (accessed 11 May 2023).

Dempsey, H., and Ruehl, M. (2022), "Indonesia considers Opec-style cartel for battery metals", *Financial Times*, https://www.ft.com/content/0990f663-19ae-4744-828f-1bd659697468 (accessed 28 March 2023).

Dempsey, H., and White, E. (2023), "Chile's move to control Lithium alarms industry", *Financial Times*, https://www.ft.com/content/6cbc4d6f-fc7f-4039-93fc-bf64421984bc (accessed 15 June 2023).

Diene, P.D., *et al.* (2022), *Triple Win: How Mining Can Benefit Africa's Citizens, Their Environment and the Energy Transition*, Natural Resource Governance Institute, New York, https://resourcegovernance.org/analysis-tools/publications/triple-win-how-mining-can-benefit-africa-citizens-their-environment-energy-transition (accessed 5 April 2023).

Dietsche, E. (2014), "Diversifying mineral economies: conceptualizing the debate on building linkages", *Mineral Economics*, vol. 27/2–3, pp. 89–102, https://doi.org/10.1007/s13563-014-0058-4

Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, European Commission (n.d.), "Raw Materials Diplomacy", *Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, European Commission*, https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/raw-materials-diplomacy_en (accessed 3 April 2023).

Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries (2022), *Setting the course for a sustainable blue planet – Joint Communication on the EU's International Ocean Governance agenda*, European Commission, Brussels, https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/publications/setting-course-sustainable-blue-planet-joint-communication-eus-international-ocean-governance-agenda_en (accessed 5 April 2023).

Directorate-General for Trade, European Commission (2017), "Conflict Minerals Regulation", https://policy.trade.ec.europa.eu/development-and-sustainability/conflict-minerals-regulation_en (accessed 5 April 2023).

Dufour, A. (2023), "Changes to Mining Act expose cracks in Ontario's duty to consult with First Nations", *CBC*, https://www.cbc.ca/news/canada/sudbury/bill-71-build-more-mines-faster-industry-consent-1.6823647 (accessed 10 May 2023).

Elkind, E. N., *et al.* (2020), *Sustainable Drive Sustainable Supply: Priorities to Improve the Electric Vehicle Battery Supply Chain*, Centre for Law, Energy, & the Environment and Natural Resource Governance Institute, https://resourcegovernance.org/sites/default/files/documents/sustainable-drive-sustainable-supply-priorities-to-improve-the-electric-vehicle-battery-supply-chain.pdf (accessed 5 April 2023).

Els, F. (2022), "Graphite poised to do a lithium", https://www.mining.com/graphite-poised-to-do-a-lithium/

Emsbo, P., *et al.* (2021), "Geological Surveys Unite to Improve Critical Mineral Security", EoS, https://eos.org/science-updates/geological-surveys-unite-to-improve-critical-mineral-security (accessed 4 March 2023).

Energy Transitions Commission (2023), *Material and resource requirements for the energy transition*, Energy Transitions Commission

Environment Justice Foundation (2023), *Towards the abyss: how the rush to deep-sea mining threatens people and our planet*, Environment Justice Foundation, London, https://ejfoundation.org/resources/downloads/towards-the-abyss-ejf-deep-sea-mining-report.pdf (accessed 5 April 2023).

ERGI (2019), "Energy Resource Governance Initiative Toolkit", https://ergi.tools, https://ergi.tools/ (accessed 2 April 2023).

Erickson, C. (2022), "Graphite emissions fuel search for solutions along EV supply chain", https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/graphite-emissions-fuel-search-for-solutions-along-ev-supply-chain-69599516

Ericsson, M., and Olöf, O. (2019), "Mining's contribution to national economies between 1996 and 2016", *Mineral Economics*, vol. 32/2, pp. 223–50, https://doi.org/10.1007/s13563-019-00191-6

ERMA (2020), "European Raw Materials Alliance", https://erma.eu, https://erma.eu/ (accessed 3 April 2023).

Euro Manganese (2022), "EMN Announces Positive Feasibility Study Base Case Results for the Chvaletice Manganese Project", https://www.mn25.ca/post/emn-announces-positive-feasibility-study-base-case-results-for-the-chvaletice-manganese-project#:~:text=The%20total%20Mn%20market%20in,of%20the%20global%20manganese%20market

Eurometaux (2022), *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, https://eurometaux.eu/media/jmxf2qm0/metals-for-clean-energy.pdf

European Aluminium (2020), *Circular Aluminium Action Plan: A Strategy for Achieving Aluminium's Full Potential for Circular Economy by 2030*, European Aluminium, Brussels, https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2022/08/2020-05-13_european-aluminium_circular-aluminium-action-plan_executive-summary.pdf (accessed 12 May 2023).

European Commission (2011), *Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Tackling the Challenges in Commodity Markets and on Raw Materials*, European Commission, Brussels, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0025&from=EN (accessed 3 April 2023).

European Commission (2020), "Communication from the Commission Guidelines on certain State aid measures in the context of the system for greenhouse gas emission allowance trading post-2021 2020/C 317/04", *Official Journal of the European Union*, vol. C 317/5, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020XC0925%2801%29 (accessed 6 February 2023).

European Commission (2022), *Green Deal: EU agrees new law on more sustainable and circular batteries to support EU's energy transition and competitive industry,* European Commission, Brussels, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_7588 (accessed 17 May 2023).

European Economic and Social Committee, European Commission (2020), "Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability", https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/critical-raw-materials-resilience-charting-path-towards-greater-security-and-sustainability (accessed 4 April 2023).

Executive Office of the President (2017), "Executive Order 13817 of December 20, 2017: A Federal Strategy To Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals", Federal Register, https://www.federalregister.gov/documents/2017/12/26/2017-27899/a-federal-strategy-to-ensure-secure-and-reliable-supplies-of-critical-minerals (accessed 31 March 2023).

Fair Cobalt Alliance (2020), "Fair Cobalt Alliance Website", https://www.faircobaltalliance.org/ (accessed 5 April 2023).

Farchy, J., *et al.* (2022), "The 18 Minutes of Trading Chaos That Broke the Nickel Market", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-03-14/inside-nickel-s-short-squeeze-how-price-surges-halted-lme-trading#xj4y7vzkg (accessed 30 March 2023).

Fastmarkets (2023), *Synthetic versus natural graphite debate rages on: 2023 preview*, https://www.fastmarkets.com/insights/synthetic-versus-natural-graphite-debate#:~:text=Total%20apparent%20demand%20for%20natural,1.25%20million%20tonnes%20in%202022

Federal Register of Legislation (2021), "Foreign Investment Reform (Protecting Australia's National Security) Act 2020", https://www.legislation.gov.au/Details/C2021C00358 (accessed 29 March 2023).

Feffer, J. (2023), "Battling a Mining Goliath on Two Continents", *Foreign Policy in Focus (FPIF)*, https://fpif.org/battling-a-mining-goliath-on-two-continents/ (accessed 2 April 2023).

Fleming, S. (2018), "The hidden cost of the electric car boom – child labour", https://www.weforum.org/agenda/2018/09/the-hidden-cost-of-the-electric-car-boom-child-labour/ (accessed 11 May 2023).

Fliessi, B., *et al.* (2017), *Export controls and competitiveness in African mining and minerals processing industries*, OECD Trade Policy Papers, No. 204 (Volume 204), https://doi.org/10.1787/1fddd828-en

Florence Bascom Geoscience Center (2019), *Special Geologic Studies: Artisanal and small-scale mining of conflict minerals*, United States, https://www.usgs.gov/centers/florence-bascom-geoscience-center/science/special-geologic-studies-artisanal-and-small#overview (accessed 10 May 2023).

Fox, S.J. (2022), "'Exploiting – land, sea and space: Mineral superpower' In the name of peace: A critical race to protect the depths and heights", *Resources Policy*, vol. 79, pp. 103066, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103066

Frontier (2022), "Collapse in minerals exports robs junta of key revenue", Frontier Myanmar, https://www.frontiermyanmar.net/en/collapse-in-minerals-exports-robs-junta-of-key-revenue/ (accessed 29 March 2023).

Frost, R. (2023), "Mining Europe's biggest rare earth deposit could make life 'impossible' for Sámi communities", *Euronews*, https://www.euronews.com/green/2023/02/11/mining-europes-biggest-rare-earth-deposit-could-make-life-impossible-for-sami-communities (accessed 2 April 2023).

Fu, X. (2020), *Perspectives on Cobalt Supply through 2030 in the Face of Changing Demand*, https://ceder.berkeley.edu/publications/2020_cobalt_resource_review.pdf

G7 Hiroshima Summit (2023), "Annex to the Climate, Energy and Environment Ministers' Communiqué Five-Point Plan for Critical Minerals Securi", G7 Hiroshima Summit 2023, https://www.meti.go.jp/information/g7hirosima/energy/pdf/Annex005.pdf (accessed 25 May 2023).

Garcia, D. M. (2020), *Rare-Earth Demand in Clean Energy*, BloombergNEF, London, https://www.bnef.com/insights/24159 (accessed 27 March 2023).

Garvey, M. (2021), "Commodities Outlook", *Macquarie*, https://content.macquarie.com/macquarie-capital/asia/2021/events/indo-mining-mar/Global%20metal%20outlook.pdf

GBA (2017), "Establishing a Sustainable and Responsible Battery Value Chain", https://www.globalbattery.org/about/ (accessed 5 April 2023).

GCGET (2019), *A new world: The geopolitics of the energy transformation,* Global Commission on the Geopolitics of Energy Transformation and International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, https://www.irena.org/Publications/2019/Jan/A-New-World-The-Geopolitics-of-the-Energy-Transformation

Gholz, E., and Hughes, L. (2021), "Market structure and economic sanctions: the 2010 rare earth elements episode as a pathway case of market adjustment", *Review of International Political Economy*, vol. 28/3, pp. 611–34, https://doi.org/10.1080/09692290.2019.1693411

Gielen, D. (2021a), *Critical Materials For The Energy Transition*, International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi, https://irena.org/Technical-Papers/Critical-Materials-For-The-Energy-Transition

Gielen, D., and Lyons, M. (2022a), *Critical Materials for the Energy Transition: Rare Earth Elements*, International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi, United Arab Emirates, www.irena.org/Technical-Papers/Critical-Materials-For-The-Energy-Transition-Rare-Earth-elements

Gielen, D., and Lyons, M. (2022b), *Critical Materials for the Energy Transition: Lithium*, International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi, www.irena.org/Technical-Papers/Critical-Materials-For-The-Energy-Transition-Lithium

Giese, E. C. (2022), "Strategic minerals: Global challenges post-COVID-19", *The Extractive Industries and Society*, vol. 12, pp. 101113, https://doi.org/10.1016/j.exis.2022.101113

GlobalTailingsReview.org (2020), *Global Industry Standard on Tailings Management*, GlobalTailingsReview.org, https://globaltailingsreview.org/wp-content/uploads/2020/08/global-industry-standard_EN.pdf (accessed 16 June 2023).

GlobalX Research Team (2016), "What to Know: 5 Facts about Lithium", *Global X Insights*, https://www.globalxetfs.com/what-to-know-5-facts-about-lithium/ (accessed 14 April 2023).

Gocht, W.R. *et al.* (1988), *International Mineral Economics: Mineral Exploration, Mine Valuation, Mineral Markets, International Mineral Policies*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Goverment of Canada (2022), "Graphite facts", https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/minerals-mining/minerals-metals-facts/graphite-facts/24027

Government of Canada (2022), "Sustainable Critical Minerals Alliance Statement", https://www.canada.ca/en/campaign/critical-minerals-in-canada/our-critical-minerals-strategic-partnerships.html (accessed 3 April 2023).

Government of Chile (2023), "National Lithium Strategy", https://www.gob.cl/litioporchile/en/ (accessed 16 May 2023).

Government of Western Australia (2022), *Western Australia A Global Battery and Critical Minerals Hub*, Department of Jobs, Tourism, Science and Innovation, Perth, https://www.wa.gov.au/system/files/2022-07/220630_Battery%20and%20Critical%20Minerals_Prospectus-Web.pdf (accessed 6 April 2023).

Gregoir, L., and van Acker, K. (2022), *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, KU Leuven, Belgium, https://euagenda.eu/publications/metals-for-clean-energy-pathways-to-solving-europe-s-raw-materials-challenge (accessed 4 April 2023).

Gregory L. White (2002), "A Mismanaged Palladium Stockpile Was Catalyst for Ford's Write-Off", *Wall Street Journal*, https://www.wsj.com/articles/SB1012944717336886240 (accessed 4 April 2023).

GRI (Global Reporting Initiative) (2023), "The global leader for impact reporting: Services and support", https://www.globalreporting.org/about-gri/ (accessed 5 April 2023).

Gulley, A. L. (2022), "One hundred years of cobalt production in the Democratic Republic of the Congo", *Resources Policy*, vol. 79, pp. 103007, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103007

Gyamfi, E., *et al.* (2019), "Potential heavy metal pollution of soil and water resources from artisanal mining in Kokoteasua, Ghana", *Groundwater for Sustainable Development*, vol. 8, pp. 450–6, https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.01.007

Hendrix, C. S. (2022), *22-16 Building Downstream Capacity for Critical Minerals in Africa: Challenges and Opportunities,* Peterson Institute for International Economics, Washington, DC, https://www.piie.com/sites/default/files/2022-12/pb22-16.pdf (accessed 30 March 2023).

Hendrix, C., and Bazilian, M. (2022), "Markets for Critical Minerals Are Too Prone to Failure", Barron's, https://www.barrons.com/articles/markets-critical-minerals-lithium-cobalt-copper-51671227168 (accessed 29 March 2023).

Hill, M., and Mitimingi, T. C. (2022), "Zambia Plans Mine-Tax Concessions While Trimming Budget Deficit", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-09-30/zambia-plans-mine-tax-concessions-while-trimming-budget-deficit?leadSource=uverify%20wall (accessed 12 May 2023).

Hillman, J. (2010), *The International Tin Cartel* (1st edition.), Routledge, London, https://www.routledge.com/The-International-Tin-Cartel/Hillman/p/book/9781138989474# (accessed 28 March 2023).

Hilson, G. (2002), "Small-scale mining and its socio-economic impact in developing countries", *Natural Resources Forum*, vol. 26/1, pp. 3–13, https://doi.org/10.1111/1477-8947.00002

Ho, Y., and Listiyorini, E. (2022), "Chinese Companies Are Flocking to Indonesia for Its Nickel", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-12-15/chinese-companies-are-flocking-to-indonesia-for-its-nickel?leadSource=uverify+wall (accessed 4 April 2023).

Holzman, J. (2022), "Exclusive: Behind Biden's overseas mining funding", *AXIOS*, https://www.axios.com/2022/12/12/biden-overseas-mining-funding (accessed 3 April 2023).

Home, A. (2021), "Column: China's super-charged buying reshapes the copper market", *Reuters*, https://www.reuters.com/article/us-metals-copper-ahome-column-idUSKBN2CM1G5 (accessed 3 April 2023).

Huber, I. (2021), *Indonesia's Nickel Industrial Strategy*, CSIS, Washington, DC, https://www.csis.org/analysis/indonesias-nickel-industrial-strategy (accessed 4 April 2023).

Hume, N. (2021), "China's magnesium shortage threatens global car industry", *Financial Times*, https://www.ft.com/content/1611e936-08a5-4654-987e-664f50133a4b (accessed 27 March 2023).

Humphreys, D. (2011), "Pricing and trading in metals and minerals", *SME Mining Engineering Handbook* (Third.), US, https://www.smenet.org/productdetail?ProductID=2824786 (accessed 6 April 2023).

Hund, K., and Reed, E. (2019), "A low-carbon future must protect the world's forests", *World Bank Blogs,* https://blogs.worldbank.org/voices/low-carbon-future-must-protect-worlds-forests (accessed 12 May 2023).

ICMM (2014), *Water Stewardship Framework*, ICMM, London, https://www.icmm.com/en-gb/guidance/environmental-stewardship/2014/water-stewardship (accessed 16 June 2023).

ICMM (2021), *Tailings Management: Good Practice Guide*, ICMM, London, https://www.icmm.com/en-gb/guidance/innovation/2021/tailings-management-good-practice (accessed 16 June 2023).

ICMM (2022a), *Tailings Reduction Roadmap*, ICMM, London, https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/innovation/2022/roadmap_tailings-reduction.pdf?cb=20771 (accessed 16 June 2023).

ICMM (2022b), "Mining principles", https://www.icmm.com/en-gb/our-principles/mining-principles/principle-1 (accessed 5 April 2023).

IEA (2021), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, IEA, Paris, https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions (accessed 6 April 2023).

IEA (2022), *Climate Resilience for Energy Security*, IEA, Paris, https://iea.blob.core.windows.net/assets/10229b31-fd82-4371-b92c-a554f95369ea/ClimateResilienceforEnergySecurity.pdf (accessed 29 March 2023).

IFC (2012), *IFC Performance Standards on Environmental and Social Sustainability – Effective January 1, 2012*, (p. 72), IFC, Washington, D.C., https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/publications/publications_handbook_pps (accessed 5 April 2023).

IHS Markit (2022), "The Future of Copper: Will the looming supply gap short-circuit the energy transition?", S&P, https://cdn.ihsmarkit.com/www/pdf/0722/The-Future-of-Copper_Full-Report_14July2022.pdf

Implats (2022), "Mineral Resource and Mineral Reserve Statement as at 30 June 2022", https://www.implats.co.za/pdf/mrr-2022/Implats-Mineral-Resources-and-Mineral-Reserves-Report-2022.pdf

Innovation News network (2023), "How will Chile nationalise its huge lithium industry?", *Innovation News network*, https://www.innovationnewsnetwork.com/how-will-chile-nationalise-huge-lithium-industry/32088/ (accessed 16 May 2023).

International Seabed Authority (2023), "Exploration Contracts", https://www.isa.org.jm/exploration-contracts/ (accessed 5 April 2023).

IPCC (2021), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, and New York, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/ (accessed 24 May 2023).

IRENA (2022a), *World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_2022.pdf?rev=6ff451981b0948c6894546661c6658a1

IRENA (2022b), *Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jan/IRENA_Geopolitics_Hydrogen_2022.pdf?rev=1cfe49eee979409686f101ce24ffd71a

IRENA (2023), *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway - Preview*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, https://www.irena.org/Publications/2023/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2023 (accessed 16 May 2023).

IRENA (forthcoming), *Critical Materials for the Energy Transition: EV batteries*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

IRENA and NUPI (forthcoming), *Constructing a Global List of Critical Materials for the Energy Transition*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, and Norwegian Institute of International Affairs.

IRMA (2006), "Initiative for Responsible Mining assurance", https://responsiblemining.net/ (accessed 5 April 2023).

ISO (2023a), "ISO/TC 298 – Rare earth", https://www.iso.org/committee/5902483.html

ISO (2023b), "ISO/TC 333 – Lithium", https://www.iso.org/committee/8031128.html

ITSCI (2010), "ITSCI website", https://www.itsci.org/ (accessed 5 April 2023).

Iturrieta, F. (2017), "Tired but satisfied, Escondida miners pack up after historic strike", *Reuters*, https://www.reuters.com/article/uk-chile-copper-escondida-idUKKBN16V2TA (accessed 29 March 2023).

Jerez, B., *et al.* (2021), "Lithium extractivism and water injustices in the Salar de Atacama, Chile: The colonial shadow of green electromobility", *Political Geography*, vol. 87, pp. 102382, https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102382

Johnson Matthey (2022), "PGM market report", https://matthey.com/documents/161599/509428/PGM-market-report-May-2022.pdf/542bcada-f4ac-a673-5f95-ad1bbfca5106?t=1655877358676

Jones, B., *et al.* (2023), "The electric vehicle revolution: Critical material supply chains, trade and development", *The World Economy*, vol. 46/1, pp. 2–26, https://doi.org/10.1111/twec.13345

JRC (2020), "Forecast of rare earths supply and demand - wind energy and e-mobility", https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/aa1fc9e1-360d-478e-a6da-51b092f30d32

Junne *et al.* (2020), "Critical materials in global low-carbon energy scenarios: The case for neodymium, dysprosium, lithium, and cobalt", https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544220316406

Jupiter Mines (2023), *Company Strategy Update*, https://www.jupitermines.com/cproot/1144/3/20230331%20Company%20Strategy%20Update.pdf

Karali, N., and Shah, N. (2022), "Bolstering supplies of critical raw materials for low-carbon technologies through circular economy strategies", *Energy Research & Social Science*, vol. 88, pp. 102534, https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102534

Kim, K. (2023), "Indonesia's uncertain climb up the nickel value chain", *The Interpreter published daily by The Lowy Institute*, https://www.lowyinstitute.org/the-interpreter/indonesia-s-uncertain-climb-nickel-value-chain (accessed 15 May 2023).

King, The Hon. Madeleine, MP (2023), "Strong demand for minerals for low-emissions technology", Ministry for the Department of Industry, Science and Resources, Government of Australia, https://www.minister.industry.gov.au/ministers/king/media-releases/strong-demand-minerals-low-emissions-technology (accessed 6 April 2023).

Kooroshy, J., *et al.* (2014), *Cartels and Competition in Minerals Markets: Challenges for Global Governance,* Chatham House, London, https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/field/field_document/20141219CartelsCompetitionMineralsMarketsKooroshyPrestonBradleyFinal.pdf (accessed 28 March 2023).

Kowalski, P., and Legendre, C. (2023), *Raw materials critical for the green transition: Production, international trade and export restrictions*, OECD Trade Policy Papers (Volume 273), OECD, Paris, https://doi.org/10.1787/11889f2a-en

Kozinn, B. E. (2000), "The great copper caper: Is market manipulation really a problem in the wake of the sumitomo debacle", *Fordham L. Review*, vol. 69, https://fordhamlawreview.org/wp-content/uploads/assets/pdfs/Vol_69/Kozinn_October.pdf (accessed 30 March 2023).

Krane, J., and Idel, R. (2021), "More transitions, less risk: How renewable energy reduces risks from mining, trade and political dependence", Energy Research & Social Science, Vol. 82, 102311.

KU Leuven (2022), *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, KU Leuven, Leuven, Belgium, https://eurometaux.eu/media/jmxf2qm0/metals-for-clean-energy.pdf (accessed 12 May 2023).

Kügerl, M.-T., *et al.* (2023), "Responsible sourcing for energy transitions: Discussing academic narratives of responsible sourcing through the lens of natural resources justice", *Journal of Environmental Management*, vol. 326, pp. 116711, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116711

Landrigan, P., *et al.* (2022), "Reducing disease and death from Artisanal and Small-Scale Mining (ASM) – the urgent need for responsible mining in the context of growing global demand for minerals and metals for climate change mitigation", *Environmental Health*, vol. 21/1, pp. 78, https://doi.org/10.1186/s12940-022-00877-5

Laporte-Bisquit, A., and Morgan, A. (2019), "Digging Deeper: How WWF's Water Risk Filter is unearthing new insights in the mining sector", *WWF*, https://wwf.medium.com/digging-deeper-how-wwfs-water-risk-filter-is-unearthing-new-insights-in-the-mining-sector-9494760746a (accessed 12 May 2023).

Lazzaro, N. (2022), "UBS raises LFP global battery market share outlook to 40% by 2030", *spglobal*, https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/081622-ubs-raises-lfp-global-battery-market-share-outlook-to-40-by-2030

LeadLeo (2022), "2022 China Graphite Industry Analysis", https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202209211578571379_1.pdf?1663789973000.pdf

League of Nations (1937), *Report of the Committee for the Study of the problem of Raw Materials*, League of Nations, Geneva, https://archives.ungeneva.org/report-of-the-committee-for-the-study-of-the-problem-of-raw-materials (accessed 27 March 2023).

Listiyorini, E., and Harsono, N. (2022), "Indonesia Wants an 'OPEC-like' Organization for Nickel", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-11-16/indonesia-wants-an-opec-like-organization-for-nickel#xj4y7vzkg (accessed 28 March 2023).

LME (2019), "Responsible Sourcing", https://www.lme.com/en/About/Responsibility/Responsible-sourcing (accessed 5 April 2023).

LME (2023), "Non-ferrous metals", https://www.lme.com/en/metals/ (accessed 6 April 2023).

Loginova, J., *et al.* (2023), *The Changing Arctic and Just Energy Transitions: Exploring Patterns of Community Consultation and Consent*, Centre for Social Responsibility in Mining (CSRM), St Lucia, Queensland, https://storymaps.arcgis.com/collections/2b89511600db49dd90a96c3cdaf7be35?item=1 (accessed 24 May 2023).

Lovins, A. (2022), *Six Solutions to Battery Mineral Challenges*, RMI, Boulder, CO, https://rmi.org/insight/six-solutions-to-battery-mineral-challenges/ (accessed 4 April 2023).

Luckeneder, S., *et al.* (2021), "Surge in global metal mining threatens vulnerable ecosystems", *Global Environmental Change*, vol. 69, pp. 102303, https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102303

Lunde Seefeldt, J. (2022), "Water as property: Contention between indigenous communities and the lithium industry for water rights in Chile", *Latin American Policy*, vol. 13/2, pp. 328–53, https://doi.org/10.1111/lamp.12265

Lyng, G. (2022), "AZO Mining", *Integrating Solar Energy into Copper Mining*, https://www.azomining.com/Article.aspx?ArticleID=1640 (accessed 6 April 2023).

MacDonald, A. (2022), "This Russian Metals Giant Might Be Too Big to Sanction", *Wall Street Journal,* https://www.wsj.com/articles/this-russian-metals-giant-might-be-too-big-to-sanction-11646559751 (accessed 27 March 2023).

Maconachie, R., and Hilson, G. (2011), "Safeguarding livelihoods or exacerbating poverty? Artisanal mining and formalization in West Africa", *Natural Resources Forum,* vol. 35/4, pp. 293–303, http://dx.doi.org/10.1111/j.1477-8947.2011.01407.x

Malone, A., and Bazilian, M. (2023), "Chile Is Nationalizing Lithium. It May Not Go How Nervous Investors Expect", *Barrons,* https://www.barrons.com/articles/chile-is-nationalizing-lithium-investors-batteries-markets-95f2ca69 (accessed 16 May 2023).

Marawanyika, G., and Ndlovu, R. (2022), "Raw Lithium Exports Banned in Zimbabwe as Demand and Prices Soar", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-12-20/zimbabwe-bans-raw-lithium-exports-with-immediate-effect?leadSource=uverify%20wall (accessed 15 June 2023).

Mares, D. R. (2022), "Understanding Cartel Viability: Implications for a Latin American Lithium Suppliers Agreement", *Energies*, vol. 15/15, pp. 5569, https://doi.org/10.3390/en15155569

Maulia, E., and Damayanti, I. (2023), "Indonesia's nickel riches spur local company EV, battery ambition", *Financial Times*, https://www.ft.com/content/004fdfa6-dbd1-4af8-9777-8c2df4d51d79 (accessed 4 April 2023).

Maus, V., *et al.* (2020), "A global-scale data set of mining areas", *Scientific Data*, vol. 7/1, pp. 289, https://doi.org/10.1038/s41597-020-00624-w

McFarland, M. (2022), *The next holy grail for EVs: Batteries free of nickel and cobalt*, CNN, https://edition.cnn.com/2022/06/01/cars/tesla-lfp-battery/index.html

McKinsey (2022), *Battery 2030: Resilient, sustainable, and circular,* https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-2030-resilient-sustainable-and-circular

McKinsey (2023), *Battery 2030: Resilient, sustainable, and circular,* https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-2030-resilient-sustainable-and-circular

McVeigh, K. (2021), "Conservationists call for urgent ban on deep-sea mining", *The Guardian*, https://www.theguardian.com/environment/2021/sep/09/marseille-biodiversity-summit-adopts-motion-to-ban-deep-sea-mining (accessed 5 April 2023).

Meißner, S. (2021), "The Impact of Metal Mining on Global Water Stress and Regional Carrying Capacities – A GIS-Based Water Impact Assessment", *Resources*, vol. 10/12, pp. 120, https://doi.org/10.3390/resources10120120

Miller, K. A., *et al.* (2018), "An Overview of Seabed Mining Including the Current State of Development, Environmental Impacts, and Knowledge Gaps", *Frontiers in Marine Science*, vol. 4, https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00418

Minerals Council of Australia (2022), "Commodity Demand Outlook 2030", https://minerals.org.au/wp-content/uploads/2022/12/Commodity-Outlook-2030.pdf

Mining.com (2021), "Top 14 UBS battery metals forecasts after VW teardown", https://www.mining.com/top-14-ubs-battery-metals-forecasts-after-vw-teardown/

Mining.com (2022), "Chilean think-tank says Codelco pays more taxes but extracts less copper than private companies", *Mining.com*, https://www.mining.com/chilean-think-tank-says-codelco-pays-more-taxes-but-extracts-less-copper-than-private-companies/ (accessed 16 May 2023).

Ministry of Commerce & Industry, Government of India (2021), *Australia-India-Japan Trade Ministers' Joint Statement on Launch of Supply Chain Resilience initiative*, PIB, Delhi, https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1714362 (accessed 3 April 2023).

Mitchell, C., and Deady, E. (2021), "Graphite resources, and their potential to support battery supply chains, in Africa", *British Geological Survey*, https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/531119/1/Graphite%20supply%20chains%20in%20Africa_Report.pdf

Mohammed Banchirigah, S. (2006), "How have reforms fuelled the expansion of artisanal mining? Evidence from sub-Saharan Africa", *Resources Policy*, vol. 31/3, pp. 165–71, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2006.12.001

Moore Finance (2022), "CITIC Securities: It is estimated that the demand for manganese will reach more than 1.4 million tons in 2030, an increase of 11 times", https://www.jiemian.com/article/7918288.html

Mudd, G.M. (2010), "The Environmental sustainability of mining in Australia: key mega-trends and looming constraints", *Resources Policy*, vol. 35/2, pp. 98–115, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2009.12.001

NASA (2023), "NASA OSIRIS-REx", https://www.nasa.gov/osiris-rex (accessed 17 May 2023).

Nassar, N. T., *et al.* (2015), "By-product metals are technologically essential but have problematic supply", *Science Advances*, vol. 1/3, pp. e1400180, https://doi.org/10.1126/sciadv.1400180

Nassar, N. T., *et al.* (2020), "Evaluating the mineral commodity supply risk of the U.S. manufacturing sector", *Science Advances*, vol. 6/8, pp. eaay8647, https://doi.org/10.1126/sciadv.aay8647

National Minerals Information Centre, U.S. Geological Survey (n.d.), "Rare Earths Statistics and Information", https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information (accessed 27 March 2023).

National Research Council (2008), "Managing Materials for a Twenty-first Century Military" (p. 12028), *National Academies Press*, Washington, D.C., https://doi.org/10.17226/12028

National Resource Governance Institute (2022), *Preventing Corruption in Energy Transition Mineral Supply Chains*, National Resource Governance Institute, New York, https://resourcegovernance.org/analysis-tools/publications/preventing-corruption-energy-transition-mineral-supply-chains (accessed 15 May 2023).

Natural Resources Canada (2020), *Canada and U.S. Finalize Joint Action Plan on Critical Minerals Collaboration*, Natural Resources Canada, https://www.canada.ca/en/natural-resources-canada/news/2020/01/canada-and-us-finalize-joint-action-plan-on-critical-minerals-collaboration.html (accessed 2 April 2023).

Nickel Asia (2022), *NIKL and EPI 9M2022 Highlights*, https://nickelasia.com/assets/documents/NAC-9M2022-Briefing-NOV-2022.pdf

Njini, F. (2023), "South Africa's Blackouts Threaten Platinum Supply in Top Miner", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-26/south-africa-s-blackouts-threaten-platinum-mine-supplies#xj4y7vzkg (accessed 27 March 2023).

Njini, F., and Biesheuvel, T. (2020), "South Africa's Mining Industry Is About to Come to a Standstill", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-03-23/south-africa-orders-mines-to-close-in-21-day-virus-lockdown#xj4y7vzkg (accessed 27 March 2023).

Noetstaller, R. (1995), *Historical Perspectives and Key Issues of Artisanal Mining*, World Bank, Washington, D.C., https://delvedatabase.org/uploads/resources/Noetstaller-WB-1995-Historical-perspectives.pdf (accessed 11 May 2023).

Northey, S. A., *et al.* (2017), "The exposure of global base metal resources to water criticality, scarcity and climate change", *Global Environmental Change*, vol. 44, pp. 109–24, https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.004

NVM (2021), "Graphite 101: Powering the Energy Transition", https://nmg.com/wp-content/uploads/2021/06/NMG-Graphite-101.pdf

Nyasha Nyaungwa, *et al.* (2023), "Namibia bans export of unprocessed critical minerals", *Reuters*, https://www.reuters.com/markets/commodities/namibia-bans-export-unprocessed-critical-minerals-2023-06-08/ (accessed 15 June 2023).

OEC (2023), "Manganese", https://oec.world/en/profile/sitc/manganese-512877

OECD (2016), *Corruption in the Extractive Value Chain: Typology of risks, mitigation measures and incentives*, OECD, Paris, https://www.oecd.org/dev/Corruption-in-the-extractive-value-chain.pdf (accessed 15 May 2023).

OECD (2019), *Interconnected supply chains: a comprehensive look at due diligence challenges and opportunities sourcing cobalt and copper from the Democratic Republic of the Congo*, OECD, Paris, https://mneguidelines.oecd.org/Interconnected-supply-chains-a-comprehensive-look-at-due-diligence-challenges-and-opportunities-sourcing-cobalt-and-copper-from-the-DRC.pdf (accessed 10 May 2023).

OECD (2023), *Raw materials critical for the green transition: Production, international trade and export restrictions, Organisation for Economic Co-operation and Development TADWorking Party of the Trade Committee,* OECD, Paris, https://one.oecd.org/document/TAD/TC/WP(2022)12/FINAL/en/pdf (accessed 27 March 2023).

OECD Inventory of Export Restrictions on Industrial Raw Materials (2022), "OECD Inventory of Export Restrictions on Industrial Raw Materials", https://qdd.oecd.org/subject.aspx?Subject=ExportRestrictions_IndustrialRawMaterials (accessed 12 May 2023).

Oliver Wyman (2023), *Independent nickel market review*, London Metal exchange, London, https://www.lme.com/en/Trading/Initiatives/Nickel-market-independent-review (accessed 30 March 2023).

Owen, J. R., *et al.* (2022), "Energy transition minerals and their intersection with land-connected peoples", *Nature Sustainability*, vol. 6/2, pp. 203–11, https://doi.org/10.1038/s41893-022-00994-6

Paraskova, T. (2022), "The Next OPEC-Like Cartel Could Be In Battery Metals", Oilprice.com, https://oilprice.com/Energy/Energy-General/The-Next-OPEC-Like-Cartel-Could-Be-In-Battery-Metals.html (accessed 28 March 2023).

Patterson, W. (2018), *Non-tradable resources and the global electricity transition*, Chatham House, London, https://resourcetrade.earth/publications/non-tradable-resources-and-the-global-electricity-transition (accessed 27 March 2023).

Pattinson, P. (2021), "Like slave and master': DRC miners toil for 30p an hour to fuel electric cars", *The Guardian*, https://www.theguardian.com/global-development/2021/nov/08/cobalt-drc-miners-toil-for-30p-an-hour-to-fuel-electric-cars (accessed 11 May 2023).

Paul Taylor (2020), *After the ice: The Arctic and European security*, Friends of Europe, Brussels, https://www.friendsofeurope.org/wp/wp-content/uploads/2020/08/Arctic-study-Executive-Summary.pdf (accessed 24 May 2023).

Pearce, F. (2022), "Why the Rush to Mine Lithium Could Dry Up the High Andes", *Yale Environment 360*, https://e360.yale.edu/features/lithium-mining-water-andes-argentina (accessed 15 May 2023).

Pedro, A.M.A. (2021), "Critical materials and sustainable development in Africa: Antonio M.A. Pedro", *One Earth,* vol. 4/3, pp. 346–9, https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.02.018

Piciullo, L., *et al.* (2022), "A new look at the statistics of tailings dam failures", *Engineering Geology*, vol. 303, pp. 106657, https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2022.106657

Prach, K., and Tolvanen, A. (2016), "How can we restore biodiversity and ecosystem services in mining and industrial sites?", *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 23/14, pp. 13587–90, https://doi.org/10.1007/s11356-016-7113-3

Quiggin, J. (2021), "BHP's offloading of oil and gas assets shows the global market has turned on fossil fuels", *The Conversation*, https://theconversation.com/bhps-offloading-of-oil-and-gas-assets-shows-the-global-market-has-turned-on-fossil-fuels-166336 (accessed 6 April 2023).

QYResearch (2023), "Global synthetic graphite market research report 2023".

Radetzki, M. and Wårell, L. (2020), *A Handbook of Primary Commodities in the Global Economy* (3rd edition), Cambridge University Press, Cambridge, https://doi.org/10.1017/9781108886529

Republic of Indonesia (2009), "Law of the Republic of Indonesia Number 4 of 2009 on Mineral and Coal Mining, Article 112", http://www.apbi-icma.org/uploads/files/old/2013/11/uu_no_4_2009_en.pdf (accessed 29 March 2023).

RESPECT International (2016), "Responsible Cobalt Initiative (RCI)", https://respect.international/responsible-cobalt-initiative-rci/ (accessed 5 April 2023).

ResponsibleSteel (2018), "Arcelormittal VEGA Earns ResponsibleSteel Certification", https://www.responsiblesteel.org/ (accessed 5 April 2023).

RMI (2018), "RMAP Assessment Introduction", *Responsible Minerals Institute*, https://www.responsiblemineralsinitiative.org/responsible-minerals-assurance-process/ (accessed 5 April 2023).

RMI (2021), "Responsible Minerals Initiative Releases New Global Standard for All-Minerals Due Diligence", *Responsible Minerals Institute*, https://www.responsiblemineralsinitiative.org/news/responsible-minerals-initiative-releases-new-global-standard-for-all-minerals-due-diligence/ (accessed 25 May 2023).

Roche, C., *et al.* (2017), *Mine Tailings Storage: Safety Is no Accident*, UN Environment Programme, GRID-Arendal, Nairobi and Arendal, https://www.grida.no/publications/383 (accessed 12 May 2023).

Ruehl, M. (2023), "Nickel IPOs test Indonesia's vision of global role in electric vehicles", *Financial Times*, https://www.ft.com/content/4e13eb91-1db9-4b27-a58b-dc7109337349 (accessed 4 April 2023).

S&P Global IQ (2022), *S&P Capital IQ Pro database*, https://www.capitaliq.spglobal.com/web/client?auth=inherit#dashboard/metalsAndMining

Sanderson, H. (2021), "Goldman Sachs ramps up cobalt trading", *Financial Times*, https://www.ft.com/content/12ea44c7-d940-4b75-bd94-4fd2116c1c76 (accessed 6 April 2023).

Sanderson, H. (2022), "Volt rush: the winners and losers in the race to go green", Oneworld, London.

Schrijvers, D., *et al.* (2020), "A review of methods and data to determine raw material criticality", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 155, pp. 104617, https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104617

Science for a Changing World (2022), "USGS scientists Help Address Conflict Mining", *U.S. Geological Survey*, https://www.usgs.gov/news/featured-story/usgs-scientists-help-address-conflict-mining (accessed 24 May 2023).

Sekularac, I. (2022), "Serbia revokes Rio Tinto lithium mine permits following protests", *BBC*, https://www.bbc.com/news/world-europe-60081853 (accessed 31 March 2023).

Serapio Jr., M., and Lopez, D.B. (2023), "Philippine Miners Not Keen on Indonesia Nickel Alliance Plan", *Bloomberg*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-03-14/philippine-miners-aren-t-keen-on-indonesian-nickel-alliance-plan#xj4y7vzkg (accessed 28 March 2023).

Servir Global (2020), "Reducing illegal gold mining in the tropical forests of Ghana and Peru: A forthcoming collaboration across the Atlantic", *Servir Global*, https://servirglobal.net/Global/Articles/Article/2725/reducing-illegal-gold-mining-in-the-tropical-forests-of-ghana-and-peru-a-forthc (accessed 11 May 2023).

Sharp, A. (2023), "Chile's White Gold Rush", Foreign Policy, https://foreignpolicy.com/2023/04/21/chile-lithium-reserves-albemarle-sqm-nationalize-boric-santiago/ (accessed 16 May 2023).

Shen, Y., *et al.* (2020), "China's public policies toward rare earths, 1975–2018", *Mineral Economics*, vol. 33/1–2, pp. 127–51, https://doi.org/10.1007/s13563-019-00214-2

Shofa, J.N. (2023), "Miners Were Given Window of 3 Years before Bauxite Export Ban: Gov't", *Jakarta Globe*, https://jakartaglobe.id/business/miners-were-given-window-of-3-years-before-bauxite-export-ban-govt#:~:text=The%20government%20on%20Monday%20said%20that%20the%20recent,came%20into%20effect%20three%20years%20after%20its%20issuance. (accessed 15 June 2023).

Sovacool, B.K., *et al.* (2020), "Sustainable minerals and metals for a low-carbon future", *Science*, vol. 367/6473, pp. 30–3, https://doi.org/10.1126/science.aaz6003

Sprecher, B., *et al.* (2015), "Framework for Resilience in Material Supply Chains, With a Case Study from the 2010 Rare Earth Crisis", *Environmental Science & Technology*, vol. 49/11, pp. 6740–50, https://doi.org/10.1021/acs.est.5b00206

Stewart, L.R. (1981), "Canada's role in the international uranium cartel", *International Organization*, vol. 35/4, pp. 657–89, https://doi.org/10.1017/S0020818300034275

Stoddard, E. (2013), "OPEC-style platinum cartel a pipe-dream", *Reuters*, https://www.reuters.com/article/africa-investment-idUKL6N0DX1PS20130516 (accessed 28 March 2023).

Stoddard, E. (2014), "South Africa miners return to work after longest platinum strike", *Reuters*, https://www.reuters.com/article/us-safrica-mining-idUSKBN0F00DC20140625 (accessed 29 March 2023).

Storli, E. (2014), "Cartel Theory and Cartel Practice: The Case of the International Aluminum Cartels, 1901–1940", *Business History Review*, vol. 88/3, pp. 445–67, https://doi.org/10.1017/S0007680514000385

Stott, M., and Bryan, K. (2023), "Chile's president moves to bring lithium under state control", *Financial Times,* https://www.ft.com/content/ebd48bbc-1390-4679-99fe-682975bbdba8 (accessed 16 May 2023).

Strangio, S. (2022), "Indonesia to Appeal WTO Ruling on Nickel Export Ban", *The Diplomat*, https://thediplomat.com/2022/12/indonesia-to-appeal-wto-ruling-on-nickel-export-ban/ (accessed 4 April 2023).

Sturman, K., *et al.* (2022), *Mission critical Strengthening governance of mineral value chains for the energy transition*, Extractive Industries Transparency Initiative (EITI), Oslo, Norway, https://eiti.org/sites/default/files/2022-10/EITI%20Mission%20Critical%20Report%202022.pdf (accessed 13 April 2023).

Systemiq (2023), "Material and resource requirements for the energy transition", https://www.systemiq.earth/

Tan, R., Sijabat, D.M., and Irwandi, J. (2023), "To meet EV demand, industry turns to technology long deemed hazardous", Washington Post, 10 May (accessed 30 June 2023).

Tarras-Wahlberg, N.H. (2002), "Environmental management of small-scale and artisanal mining: the Portovelo-Zaruma goldmining area, southern Ecuador", *Journal of Environmental Management*, vol. 65/2, pp. 165–79, https://doi.org/10.1006/jema.2002.0542

Terauds, K. (2017), *Using trade policy to drive value addition: Lessons from Indonesia's ban on nickel exports. Background document to the Commodities and Development Report 2017*, UNCTAD, Geneva, https://static1.squarespace.com/static/60a5714c0fd0954ac36a6129/t/61476743b06d7e297ff60000/1632069444412/Using+trade+policy+to+drive+value+addition.pdf (accessed 4 April 2023).

The Copper Mark (2019), "The Copper Mark: About Us", https://coppermark.org/ (accessed 5 April 2023).

The Economist (2023), "A huge Norwegian phosphate rock find is a boon for Europe", 8 June, https://www.economist.com/europe/2023/06/08/a-huge-norwegian-phosphate-rock-find-is-a-boon-for-europe

Tsokhas, K. (2000), "The Rise and Decline of an International Zinc and Lead Cartel, 1945–75", *Australian Economic History Review*, vol. 40/3, pp. 263–86, https://doi.org/10.1111/1467-8446.00068

Tunsjø, Ø. (2020), "The Great Hype: False Visions of Conflict and Opportunity in the Arctic", *Survival*, vol. 62/5, pp. 139–56, https://doi.org/10.1080/00396338.2020.1819649

UN Statistics Division (2022), "UN Comtrade Database", https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2022&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus (accessed 19 April 2023).

UNCTAD (2007), *World Investment Report: Transnational corporations, extractive industries, and development*, (p. 109), UNCTAD, New York and Geneva, https://unctad.org/publication/world-investment-report-2007 (accessed 29 March 2023).

UNCTAD (2019), *The state of commodity dependence*, UNCTAD, Geneva, https://unctad.org/topic/commodities/state-of-commodity-dependence (accessed 4 April 2023).

UNCTAD (2023), *The Evolution of FDI Screening Mechanisms - key trends and features*, UNCTAD, Geneva, https://unctad.org/system/files/official-document/diaepcbinf2023d2_en.pdf (accessed 29 March 2023).

UNDP, *et al.* (2016), *Mapping Mining to the Sustainable Development Goals: An Atlas, United Nations Development Programme*, World Economic Forum, Columbia Center on Sustainable Investments and Sustainable Development Solutions Network, Geneva, https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Mapping_Mining_SDGs_An_Atlas_Executive_Summary_FINAL.pdf (accessed 10 May 2023).

UNECA (2021), *Facts & Figures: on cobalt, battery minerals and electric cars value chains*, UNECA, Addis Ababa, https://www.uneca.org/sites/default/files/Africa-Business-Forum/4/Cobalt.pdf (accessed 4 April 2023).

UNECA (2022), "Trade ties: Zambia and DRC sign cooperation Agreement to manufacture electric batteries, create jobs", *Africa Renewal*, https://www.un.org/africarenewal/magazine/may-2022/trade-ties-zambia-and-drc-sign-cooperation-agreement-manufacture-electric (accessed 7 February 2023).

UNEP (2020), *Sustainability Reporting in the Mining Sector: Current Status and Future Trends*, UNEP, Nairobi, Kenya, https://stg-wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/33924/SRMS.pdf (accessed 5 April 2023).

UNEP (ed.) (2009), "From conflict to peacebuilding: the role of natural resources and the environment" (Policy paper), *United Nations Environment Programme*, Nairobi, https://digitallibrary.un.org/record/649896 (accessed 30 March 2023).

United Mexican States (2022), "Amendment of the Mining Law", https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5649533&fecha=20/04/2022#gsc.tab=0 (accessed 29 March 2023).

United Nations (2007), *United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples*, General Assembly, New York, https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/wp-content/uploads/sites/19/2018/11/UNDRIP_E_web.pdf (accessed 10 May 2023).

United Nations (2011), *Report of the Special Rapporteur on the situation of human rights and fundamental freedoms of indigenous people*, James Anaya, General Assembly, New York, https://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/docs/18session/A-HRC-18-35-Add3_en.pdf (accessed 10 May 2023).

United Nations Human Rights Office of the High Commissioner (2011), *Guiding Principles on Business and Human Rights*, United Nations Human Rights Office of the High Commissioner, New York and Geneva, https://www.ohchr.org/sites/default/files/documents/publications/guidingprinciplesbusinesshr_en.pdf (accessed 5 April 2023).

US Department of Commerce (2019), *A Federal Strategy to Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals*, U.S. Department of Commerce, US, https://www.commerce.gov/data-and-reports/reports/2019/06/federal-strategy-ensure-secure-and-reliable-supplies-critical-minerals (accessed 31 March 2023).

US Department of Energy (2021), "Production of Critical Materials Essential for Clean Energy Projects Can Create Jobs in Coal and Power Plant Communities", energy.gov, https://www.energy.gov/articles/doe-awards-19-million-initiatives-produce-rare-earth-elements-and-critical-minerals (accessed 15 June 2023).

US Department of Energy (2021), *Critical Minerals and Materials: U.S. Department of Energy's Strategy to Support Domestic Critical Mineral and Material Supply Chains* (FY 2021-FY 2031), U.S. Department of Energy, US, https://www.energy.gov/sites/prod/files/2021/01/f82/DOE%20Critical%20Minerals%20and%20Materials%20Strategy_0.pdf (accessed 31 March 2023).

US Department of State (2022), *Minerals Security Partnership*, U.S. Department of State, US, https://www.state.gov/minerals-security-partnership/ (accessed 3 April 2023).

US Government Publishing Office (2022), "H.R.5376 - Inflation Reduction Act of 2022. 17th Congress (2021-2022)", https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376/text (accessed 31 March 2023).

USGS (2018), "Critical Mineral Resources of the United States—Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply", *United States Geological Survey*, https://pubs.usgs.gov/pp/1802/l/pp1802l.pdf

USGS (2023a), "Mineral Commodity Summary 2023", *United States Geological Survey*, https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf

USGS (2023b), "Platinum-Group Metals Statistics and Information", *United States Geological Survey*, https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/platinum-group-metals-statistics-and-information

USGS and US Department of the Interior (2010), *Mineral Commodity Summaries 2010*, United States Department of the Interior, United States Geological Survey, Washington, https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcs2010.pdf (accessed 27 March 2023).

USGS and US Department of the Interior (2022), *Mineral Commodity Summaries 2022*, United States Department of the Interior, United States Geological Survey, Reston, Virgina, https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf (accessed 28 March 2023).

Ushie, V. (2017), *From aspiration to reality. Unpacking the Africa Mining Vision*, Oxfam Briefing Paper, Oxfam, https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/bp-africa-mining-vision-090317-en.pdf

Valenta, R.K., *et al.* (2023), "Decarbonisation to drive dramatic increase in mining waste–Options for reduction", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 190, pp. 106859, https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106859

Veiga, M.M., and Marshall, B. G. (2019), "The Colombian artisanal mining sector: Formalization is a heavy burden", *The Extractive Industries and Society*, vol. 6/1, pp. 223–8, https://doi.org/10.1016/j.exis.2018.11.001

Vera, M.L., *et al.* (2023), "Environmental impact of direct lithium extraction from brines", Nature Reviews Earth & Environment, vol. 4/3, pp. 149–65, https://doi.org/10.1038/s43017-022-00387-5

Walters, A. (1944), "The International Copper Cartel", *Southern Economic Journal*, vol. 11/2, pp. 133, https://doi.org/10.2307/1052847

Ward, H. (2009), *Resource nationalism and sustainable development: a primer and key issues*, International Institute for Environment and Development, London, https://www.iied.org/g02507 (accessed 29 March 2023).

White House (2020), "Executive Order on Addressing the Threat to the Domestic Supply Chain from Reliance on Critical Minerals from Foreign Adversaries", https://trumpwhitehouse.archives.gov/presidential-actions/executive-order-addressing-threat-domestic-supply-chain-reliance-critical-minerals-foreign-adversaries/ (accessed 29 March 2023).

White House (2021), "Executive Order on America's Supply Chains", *White House*, https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/02/24/executive-order-on-americas-supply-chains/ (accessed 31 March 2023).

White House (2022), "Executive Order on Ensuring Robust Consideration of Evolving National Security Risks by the Committee on Foreign Investment in the United States", https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2022/09/15/executive-order-on-ensuring-robust-consideration-of-evolving-national-security-risks-by-the-committee-on-foreign-investment-in-the-united-states/ (accessed 29 March 2023).

White, E., and Hook, L. (2023), "Shares in China metals miner CMOC surge as Congo impasse clears", *Financial Times*, https://www.ft.com/content/3d33eed1-4358-40ed-a399-58480bbb7601 (accessed 15 June 2023).

Whitmore, A. (2021), *A Material Transition: Exploring supply and demand solutions for renewable energy minerals*, War on Want, London, https://waronwant.org/sites/default/files/2021-03/A%20Material%20Transition_report_War%20on%20Want.pdf (accessed 5 April 2023).

Wilburn, D.R., *et al.* (2016), *Scientific Investigations Report: Global stocks of selected mineral-based commodities*, Scientific Investigations Report, United States Geological Survey, Reston, VA, https://pubs.er.usgs.gov/publication/sir20165152 (accessed 3 April 2023).

Wilson, J.D. (2018), "Whatever happened to the rare earths weapon? Critical materials and international security in Asia", *Asian Security*, vol. 14/3, pp. 358–73, https://doi.org/10.1080/14799855.2017.1397977

World Bank (2017), *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future*, World Bank, Washington, D.C., https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/207371500386458722/the-growing-role-of-minerals-and-metals-for-a-low-carbon-future (accessed 15 May 2023).

World Bank (2020a), *2020 State of the Artisanal and Small-Scale Mining Sector*, World Bank, Washington, D.C., https://delvedatabase.org/uploads/resources/Delve-2020-State-of-the-Sector-Report-0504.pdf (accessed 11 May 2023).

World Bank (2020b), "WITS Database", https://wits.worldbank.org/ (accessed 16 May 2023).

World Bank (2021), Special Focus: Causes and consequences of metal price shocks, World Bank, Washington, DC, https://thedocs.worldbank.org/en/doc/c5de1ea3b3276cf54e7a1dff4e95362b-0350012021/related/CMO-April-2021-special-focus.pdf (accessed 4 April 2023).

World Bank (2022), *Commodity Markets: Evolution, Challenges and Policies*, World Bank, Washington, DC, https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/4304a058-a917-5ef6-b24a-88d0458d4bed (accessed 28 March 2023).

World Mining Data (2022), *World Mining Data 2022*, Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism, Vienna, https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2022.pdf (accessed 29 March 2023).

WPIC (2022), "Metals Focus 2019 to 2022", https://platinuminvestment.com/supply-and-demand/historic-data

WSJ (2023), "Shift to Mined vs. Man-Made Graphite Raises Shortage Risk for EVs", Wall Street Journal, https://www.wsj.com/articles/shift-to-mined-vs-man-made-graphite-raises-shortage-risk-for-evs-11674603067

WTO (2022), *Indonesia - Measures Relating to Raw Materials*, World Trade Organization, Geneva, https://docs.wto.org/dol2fe/Pages/SS/directdoc.aspx?filename=q:/WT/DS/592R.pdf&Open=True (accessed 4 April 2023).

WTO (2023), "Index of Dispute Issues", *World Trade Organization*, Geneva, https://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/dispu_subjects_index_e.htm (accessed 17 May 2023).

Wu, T., *et al.* (2021), "The Main Progress of Perovskite Solar Cells in 2020–2021", Nano-Micro Letters, vol. 13/152, https://doi.org/10.1007/s40820-021-00672-w

Wübbeke, J. (2013), "Rare earth elements in China: Policies and narratives of reinventing an industry", *Resources Policy*, vol. 38/3, pp. 384–94, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2013.05.005

WWF (2023), *Extracted Forests: Unearthing the role of mining-related deforestation as a driver of global deforestation*, WWF, Berlin, https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Wald/WWF-Studie-Extracted-Forests.pdf (accessed 15 June 2023).

Yao, T., *et al.* (2021), *Dynamic neodymium stocks and flows analysis in China*, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092134492100361X

Yu, A., *et al.* (2021), *Impact of COVID-19 pandemic on industrial metals markets – one year on, S&P Global Market Intelligence*, New York City, https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/impact-of-covid-19-pandemic-on-industrial-metals-markets-one-year-on (accessed 27 March 2023).

Zeng, A., *et al.* (2022), "Battery technology and recycling alone will not save the electric mobility transition from future cobalt shortages", *Nature Communications*, vol. 13/1, pp. 1341, https://doi.org/10.1038/s41467-022-29022-z

Zimmermann, A. (2023a), "Europe's green dilemma: Mining key minerals without destroying nature", *Politico*, https://www.politico.eu/article/europes-green-dilemma-mining-key-minerals-without-destroying-nature/ (accessed 16 June 2023).

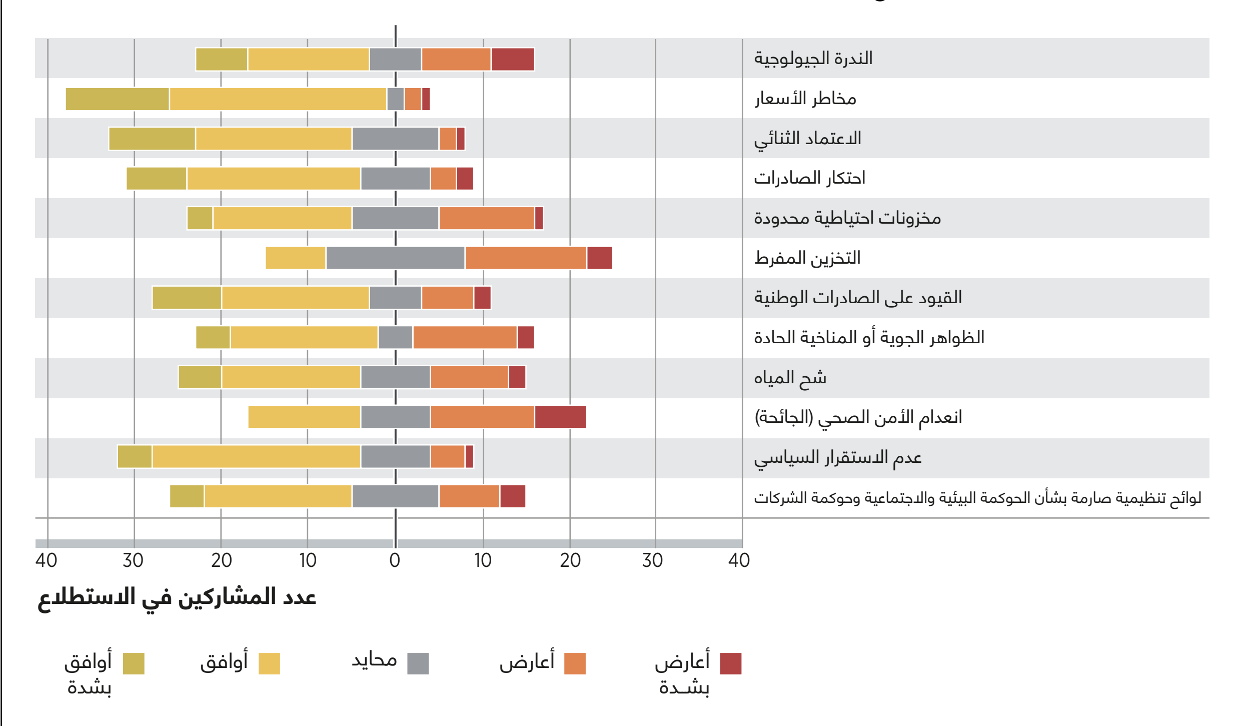
Zimmermann, A. (2023b), "Tremor fears lay down hurdles for Germany's lithium mining plans", *Politico*, https://www.politico.eu/article/germanys-lithium-extraction-earthquake-mining/ (accessed 2 April 2023).

ملحق

نتائج الاستطلاع حول المخاطر التي تواجه توريد المواد الخام الحرجة

تم استطلاع آراء أعضاء وخبراء مختارين من الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) حول مجموعة من القضايا المتعلقة بالمواد الخام الحرجة لتحول الطاقة لأغراض هذا التقرير. وتم جمع 41 رداً بمعدل استجابة يصل إلى 16%. ونورد فيما يلي أدناه لمحة عامة مُفصّلة حول النتائج (الشكل A1). وتقاربت آراء أعضاء وخبراء آيرينا إلى حدٍ كبير. على سبيل المثال، أشار أعضاء وخبراء آيرينا على حدٍ سواء إلى أن أمن توريد المواد الخام الحرجة يشكل مصدر قلق كبير. وأشارت الردود المُفصّلة للأعضاء والخبراء إلى أن مخاطر الأسعار، وحالة عدم الاستقرار السياسي، واحتكار الصادرات، والاعتماد الثنائي تُشكّل مخاطر كبيرة على أمن إمدادات المواد الخام الحرجة خلال العقد المقبل. وشدّد جميع المشاركين تقريباً على أهمية التعاون الدولي، في ظل تفضيل بعض الدول التعاون الثنائي على التعاون الإقليمي أو العالمي.

الشكل A1 **المخاطر على إمدادات المواد الخام الحرجة خلال العقد القادم كما أشار إليها المشاركون في استطلاع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا)**



معدل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة لندرة المواد الخام الحرجة: منهجية الحساب

يوضح الشكل 1.5 معدلات الندرة التي احتسبتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) لمجموعة مختارة من المواد الخام الحرجة، وهي النحاس، والجرافيت، والنيكل، والكوبالت، والليثيوم، والمنغنيز، والنيوديميوم، والديسبروسيوم، والإيريديوم، والبلاتينيوم. وتوضح هذه النسب بشكل فعّال التفاوت بين العرض الحالي والطلب في المستقبل على هذه المواد. وتتم الحسابات استناداً إلى بيانات تم الحصول عليها من مصادر خارجية موثوقة، بما في ذلك العرض في عام 2022، والطلب المتوقع على مشتقات الطاقة وغير الطاقة في عام 2030 لهذه المواد. علاوةً على ذلك، تعمل آيرينا على تطوير تحليل شامل لسد الفجوة بين العرض والطلب مصمم خصيصاً لتقريرها القادم حول بطاريات السيارات الكهربائية. ويقدم الجدول A1 لمحة عامة شاملة عن أرقام العرض والطلب الحالية والمتوقعة، تكملها تفاصيل تتعلق بالاحتياطات والموارد الحالية للمواد الحرجة.

الجدول A1 الطلب والعرض الحالي والمتوقع على المواد الحرجة

المواد الخام			الطلب/ العرض عام 2022 [ميجا طن/سنة]	الطلب في قطاع الطاقة خلال عام 2022 (%)	الطلب في عام 2030 [ميجا طن/سنة] 1	الطلب في قطاع الطاقة خلال عام 2030 (%)	العرض في عام 2030 [ميجا طن/سنة]	الاحتياطات الحالية في عام 2022 [ميجا طن]	الموارد الحالية في عام 2022 [ميجا طن]
الكوبالت	27 Co Cobalt		0.18[c] [5]	33%[g] [5]	0.24–0.48[o] [21]	48%–56% [7]	0.24–0.46[t] [8]	8.30 [1]	25[x] [1]
النحاس	29 Cu Copper		25.70[b] [6]	32%[d] [10]	31–45[i]	36% [10]	30.34–39.50[r] [9]	890 [1]	2 100[v] [1]
الديسبروسيوم	66 Dy Dysprosium		0.0014 [17]	36%[k] (2018) [14]	0.005–0.007 [7]	46%–57% [7]	0.0040–0.0041 [7]	0.32–1.30 [4]	3 [4]
الجرافيت	6 C Carbon	طبيعي	1.25 [5]	21%[e] [12]	4.3–5.9[m] [19]	79% [23][2]	2.94 [15]	330 [1]	800 [1]
		صناعي	2.28 [19]				3.48 [19]	NA	NA
إيريديوم	77 Ir Iridium		7.9 tonnes [16]	4.3% [8]	24.95[q] [8]	46.3% [8]	13.7 tonnes [8]	700 tonnes	1 000 tonnes
الليثيوم أ	3 Li Lithium		0.69 [5]	66%[h] [5]	2.0–4.4[p] [22]	95%–99% [7]	1.30–2.90[u] [8]	138 [1]	522 [1]
المنغنيز	25 Mn Manganese		22.00 [13]	0.60%[i] [11]	22.50–26.0 [9]	6% [24]	21.00–24 [9] [25]	1 700 [1]	>17 200[v] [2]
النيوديميوم	60 Nd Neodymium		0.038 [17]	18.9%[i] [18]	0.065–0.075 [7]	28%–40% [7]	0.055–0.071 [7]	11.60–13.60 [3]	17–74 [4]
النيكل	28 Ni Nickel		2.91 [5]	8.6%[f] [5]	3.8–6.2[n] [20]	26%–38% [7]	3.00–4.90[s] [8]	100 [1]	300[w] [1]
البلاتينيوم	78 Pt Platinum		161 tonnes [16]	9% [27]	213.15 tonnes [8]	6% [8]	232.4 tonnes [8]	32 200 tonnes	46 000 tonnes

تستند توقعات الطلب على المواد الحرجة في عام 2030 إلى توقعات حددتها مصادر خارجية.
2 في حين أن غالبية الجرافيت المستخدم في إنتاج البطاريات هو الجرافيت الطبيعي، فإن نسبة الجرافيت الطبيعي والاصطناعي في البطاريات تختلف نتيجة لعوامل متنوعة، بما في ذلك السعر والتوفر والفوائد الكامنة لكل نوع.

المصادر: [1] هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية، 2023؛ [2] هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية، 2018؛ [3] ياو وآخرون، 2021؛ [4] جون وآخرون، 2020؛ [5] فاست ماركتس، 2023؛ [6] ستاندرد آند بورز جلوبال آي كيو، 2022؛ [7] يوروميتوكس، 2022؛ [8] تحليل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة؛ [9] ماكنزي، 2023؛ [10] بنميريكاس، 2022؛ يوروميتوكس، 2022؛ آي إتش إس ماركيت، 2022؛ مجلس المعادن في أستراليا، 2022؛ ستاندرد آند بورز جلوبال آي كيو، 2022؛ سيستيماك، 2023؛ [11] المعادن المعيارية، 2019؛ [12] حكومة كندا، 2022؛ [13] يورو منغنيز، 2022؛ [14] مركز الأبحاث المشتركة، 2020؛ [15] وول ستريت جورنال، 2023؛ [16] جونسون ماثي، 2022؛ [17] معهد اقتصاديات الطاقة، اليابان، 2022؛ [18] منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، 2023؛ [19] Mining.com، 2021؛ ميتشل وديدي، 2021؛ إن في إم، 2021؛ كيو واي للأبحاث، 2023؛ [20] يوروميتوكس، 2022؛ غارفي، 2021؛ ماكنزي، 2023؛ مجلس المعادن في أستراليا، 2022؛ Mining.com، 2021؛ نيكل إيجا، 2022؛ سيستيماك، 2023؛ فالي، 2022؛ [21] كوبالت بلو هولدنجز، 2022؛ دربار، 2022؛ يوروميتوكس، 2022؛ فو، 2020؛ ماكنزي، 2022؛ Mining.com، 2021؛ إن في إم، 2021؛ سيستيماك، 2023؛ [22] ألبيمارل، 2023؛ يوروميتوكس، 2022؛ لازارو، 2022؛ ماكنزي، 2022؛ إن في إم، 2021؛ ستاندرد آند بورز جلوبال آي كيو، 2022؛ سيستيماك، 2023؛ [23] إلس، 2022؛ [24] مور فاينانس، 2022؛ [25]: جوبيتر ماينز، 2023.

"a" تشير إلى مكافئ كربونات الليثيوم.
"b" تشير إلى الطلب على النحاس المكرر.
"c" تشير إلى الطلب على الكوبالت المكرر.
"d" في عام 2021، كان 32% من استهلاك النحاس العالمي المكرر مرتبط بالاستخدامات النهائية لتحول الطاقة مثل النقل والتطوير، وطاقة الرياح، والطاقة الشمسية الكهروضوئية، والمركبات الكهربائية والشحن، ووحدات تخزين الطاقة. ومن المتوقع أن يبلغ الطلب على النحاس من الاستخدامات النهائية لتحول الطاقة ذروته في عام 2035 بنسبة تصل إلى 42%.
"e" تشير إلى جميع أنواع البطاريات، وليس فقط بطاريات المركبات الكهربائية ووحدات تخزين الطاقة.
"f" تشير إلى الاستخدامات النهائية المرتبطة بتحول الطاقة مثل المركبات الكهربائية (8.11%) وبطاريات تخزين الطاقة (0.40%).
"g" تشير إلى الاستخدامات النهائية المرتبطة بتحول الطاقة مثل المركبات الكهربائية (33.00%).
"h" تشير إلى الاستخدامات النهائية المرتبطة بتحول الطاقة مثل بطاريات المركبات الكهربائية (60.40%) وبطاريات تخزين الطاقة (5.30%).
"i" تشير إلى ثاني أكسيد المنغنيز الإلكتروليتي المستخدم لبطاريات الليثيوم-أيون والبطاريات القلوية. هذه البيانات من عام 2019.
"j" يمثّل الطلب على البطاريات 4%، وعلى المغانط الدائمة لمغناطيس النيوديميوم 80% من إجمالي الطلب؛ حوالي 6% منها يأتي من تطبيقات طاقة الرياح وحوالي 12% من محركات المركبات الكهربائية.
"k" يتم أخذ الديسبروسيوم المستخدم في طاقة الرياح وتطبيقات المحركات بعين الاعتبار في هذه الفئة.
"l" استناداً إلى 6 توقعات مختلفة، يظهر متوسط التوقعات وصول الطلب على النحاس إلى 38.7 ميجا طن بحلول عام 2030.
"m" استناداً إلى 3 توقعات مختلفة، يُظهر متوسط التوقعات وصول الطلب على الجرافيت الطبيعي إلى 4.6 ميجا طن بحلول عام 2030.
"n" على أساس 9 توقعات مختلفة، يظهر متوسط التوقعات وصول الطلب على النيكل إلى 4.8 ميجا طن بحلول عام 2030.
"o" بناءً على 10 توقعات مختلفة، يظهر متوسط التوقعات وصول الطلب على الكوبالت إلى 0.35 ميجا طن بحلول عام 2030.
"p" بناءً على 10 توقعات مختلفة، يُظهر متوسط التوقعات وصول الطلب على مكافئ كربونات الليثيوم إلى 3.19 ميجا طن بحلول عام 2030.
"q" تقدر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) إضافة سنوية لقدرة التحليل الكهربائي بمقدار 100 جيجاواط بحلول عام 2030. وبافتراض أن 40% من التحليل الكهربائي بتقنية غشاء تبادل البروتونات و400 كجم لكل 1 جيجاواط من التحليل الكهربائي بتقنية غشاء تبادل البروتونات، سيمثل التحليل الكهربائي طلباً سنوياً على الإيريديوم بمقدار 16 طناً، بالإضافة إلى الطلب من القطاعات الأخرى.
"r" استناداً إلى 5 توقعات مختلفة، يظهر متوسط التوقعات وصول إمدادات النحاس إلى 34.54 ميجا طن بحلول عام 2030.
"s" بناءً على 7 توقعات مختلفة، يظهر متوسط التوقعات وصول إمدادات النيكل إلى 4.14 ميجا طن بحلول عام 2030.
"t" على أساس 11 توقعات مختلفة، يظهر متوسط التوقعات وصول إمدادات الكوبالت إلى 0.31 ميجا طن بحلول عام 2030.
"u" استناداً إلى 8 توقعات مختلفة، يُظهر متوسط التوقعات وصول إمدادات مكافئ كربونات الليثيوم إلى 3.14 ميجا طن بحلول عام 2030.
"v" 2,100.00 (موارد محددة) 3,500.00 (موارد غير مستكشفة).
"w" تحتوي الموارد البرية التي تم تحديدها التي يبلغ متوسطها حوالي 0.5% أو أكثر من النيكل، على ما لا يقل عن 300 مليون طن من النيكل، مع حوالي 60% من اللاتريت و40% من الرواسب الكبريتيدية. كما توجد موارد كبيرة من النيكل في قشور المنغنيز والعقيدات الموجودة في قاع المحيطات.
"x" تم تحديد أكثر من 120 مليون طن من موارد الكوبالت في العقيدات والقشور متعددة المعادن في قاع البحار.
"y" يبلغ إجمالي الموارد العالمية المحددة أكثر من 17 مليار طن متري من المواد المنغنيزية. ويوجد مصدر هائل إضافي من المنغنيز في قاع البحار، معظمه في المياه الدولية وعلى أعماق كبيرة.



www.irena.org